

HOGER
ONDERWIJS
REEKS

Innovatief onderwijs in de praktijk

Toepassingen van
het 4C-ID-model



Noordhoff Uitgevers

Bert Hoogveld
Ameike Janssen-Noordman
Jeroen van Merriënboer

Innovatief onderwijs in de praktijk
Toepassingen van het 4C-ID-model

Hoger Onderwijs Reeks

Dit boek maakt deel uit van de *Hoger Onderwijs Reeks*. Deze reeks dient ter verspreiding van onderwijskundige informatie die het gehele hoger onderwijs betreft, dus zowel het wo als het hbo. De redactie is samengesteld met dat belang voor ogen.

De redactie richt zich op drie groepen: studenten, docenten en beleidsfunctionarissen/bestuurders. Studenten kunnen de informatie gebruiken bij de inrichting en vormgeving van hun studie. De informatie voor docenten is vooral bedoeld als ondersteuning bij de inrichting en uitvoering van hun onderwijs en als basis voor nadere onderwijskundige professionalisering. Voor beleidsfunctionarissen en bestuurders levert de reeks een bijdrage aan het denken over het hoger onderwijs en draagt hij informatie aan die van belang kan zijn voor de beleidsvoorbereiding en het nemen van beleidsbeslissingen.

De reeks verschijnt onder auspiciën van het Expertisenetwerk Hoger Onderwijs (EHON), een landelijke vereniging van onderwijsdeskundigen in het hoger onderwijs.

Drs. J. van Alst (Radbout Universiteit Nijmegen)

Dr. H.J.M. van Berkel (Universiteit Maastricht)

Drs. T.J. Dousma (Stichting Surf)

Ir. M.P. van Geloven

Prof. dr. J.F.M.J. van Hout (Universiteit van Amsterdam, voorzitter)

Dr. J. van Keulen (Universiteit Utrecht)

Drs. M.I.M.A. Mathijssen - Jansen (Hogeschool van Amsterdam)

Dr. J.N. Streumer (Hogeschool Rotterdam)

Redactiesecretariaat:

Noordhoff Uitgevers

Hoger Onderwijs

Hoger Onderwijs Reeks

Postbus 58

9700 MB Groningen

www.noordhoffuitgevers.nl

Innovatief onderwijs in de praktijk

Toepassingen van het
4C-ID-model

Bert Hoogveld

Ameike Janssen-Noordman

Jeroen van Merriënboer

(redactie)

Ontwerp omslag: G2K Designers Groningen/Amsterdam
Omslagillustratie: iStockphoto

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

0 1 2 3 4 5 / 15 14 13 12 11

© 2011 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) 978-90-01-84975-7

ISBN 978-90-01-78931-2

NUR 841

Voorwoord

Nederland heeft een heldere ambitie: een kenniseconomie zijn die bij de beste van de wereld behoort. Zo'n ambitie is alleen te realiseren als we beschikken over kwalitatief goed onderwijs en in het bijzonder beroeps- onderwijs dat vakmensen aflevert. Om dit goede onderwijs te ontwerpen en te ontwikkelen, hebben we hulpmiddelen nodig. Niet zomaar hulpmid- delen, maar methoden en instrumenten die ontleend zijn aan de meest actuele kennis over hoe mensen leren en hoe op basis daarvan onderwijs- programma's ontworpen moeten worden. Het ontwerpen en ontwikkelen van goed onderwijs is een vak, een specialisme dat ook als zodanig onder- kend en gewaardeerd dient te worden. In dit boek worden concrete voor- beelden van onderwijsprogramma's beschreven die tot stand gekomen zijn op basis van een wetenschappelijk onderbouwd onderwijsontwerpmodel, het 4C-ID-model. De voorbeelden zijn gevarieerd, maar beogen allemaal een optimale voorbereiding van deelnemers op hun latere beroep of werk- kring. Een inleidend hoofdstuk legt op eenvoudige wijze uit wat de essentie van het model is en hoe het moet worden toegepast. Ik onderschrijf de toepassing van dit model van harte en raad allen die te maken hebben met de boeiende wereld van onderwijs, opleiding en scholing aan om er kennis van te nemen en om zich erdoor te laten inspireren.

Dr. Otto Jelsma
Voorzitter College van Bestuur ROC ID College

Inhoudsopgave

1	Inleiding op de casussen: ontwerpprincipes van het 4C-ID-model	9
1.1	De vier componenten	10
1.2	Overzicht van ontwerpprincipes	15
1.3	Leeswijzer	24
2	De striptekenaar	25
2.1	De context	26
2.2	Het ontwerpprobleem	26
2.3	Het ontwerp	27
2.4	Reflectie	34
3	Ondersteunende diensten	35
3.1	De context	36
3.2	Het ontwerpprobleem	36
3.3	Het ontwerp	36
3.4	Reflectie	42
4	Het Metalen Scharnierpunt	45
4.1	De context	46
4.2	Het ontwerpprobleem	46
4.3	Het ontwerp	47
4.4	Reflectie	54
5	Het toeristisch eiland	57
5.1	De context	58
5.2	Het ontwerpprobleem	58
5.3	Het ontwerp	58
5.4	Reflectie	65
6	Weg van de statistiek	67
6.1	De context	68
6.2	Het ontwerpprobleem	68
6.3	Het ontwerp	69
6.4	Reflectie	74
7	Zorgdorp	77
7.1	Context	78
7.2	Het ontwerpprobleem	78
7.3	Het ontwerp	79
7.4	Reflectie	84
8	Zelfgestuurde kappers	87
8.1	Context	88
8.2	Het ontwerpprobleem	88
8.3	Het ontwerp	88
8.4	Reflectie	97

9	Deconstructie van fotoverhalen	99
9.1	Context	101
9.2	Het ontwerpprobleem	101
9.3	Het ontwerp	101
9.4	Reflectie	106
10	Verschil moet er zijn	109
10.1	Context	110
10.2	Het ontwerpprobleem	110
10.3	Het ontwerp	111
10.4	Reflectie	117
11	Dat zoeken we op!	119
11.1	Context	120
11.2	Het ontwerpprobleem	121
11.3	Het ontwerp	121
11.4	Reflectie	126
12	Allemaal beestjes	129
12.1	Context	130
12.2	Het ontwerpprobleem	130
12.3	Het ontwerp	131
12.4	Reflectie	136
13	Motorisch herstel	137
13.1	Context	138
13.2	Het ontwerpprobleem	139
13.3	Het ontwerp	139
13.4	Reflectie	146
14	Geboeid door ketens	147
14.1	Context	148
14.2	Het ontwerpprobleem	148
14.3	Het ontwerp	148
14.4	Reflectie	154
	Kernbegrippen	157
	Literatuuropgave	161
	Illustratieverantwoording	164
	Over de auteurs	165
	Register	168

1

Inleiding op de casussen: ontwerpprincipes van het 4C-ID- model

Jeroen van Merriënboer

Het vier-componenten instructieontwerpmodel (of 4C-ID, van *Four Component Instructional Design*) mag zich in een grote belangstelling verheugen. Het sluit dan ook goed aan op de trends in het Nederlandse onderwijs, zoals: meer aandacht voor (a) de ontwikkeling van professionele competenties, (b) transfer van het geleerde naar nieuwe situaties en nieuwe problemen, en (c) de ontwikkeling van generieke competenties die belangrijk zijn om een leven lang te blijven leren. Het model is uitgebreid beschreven in wetenschappelijke artikelen en in een drietal boeken: *Training complex cognitive skills* (Van Merriënboer, 1997), *Innovatief onderwijs ontwerpen* (Janssen-Noordman & Van Merriënboer, 2002), en *Ten steps to complex learning* (Van Merriënboer & Kirschner, 2007).

Naarmate het model meer gebruikt wordt in de praktijk van het onderwijs neemt de vraag naar concrete voorbeeldtoepassingen van het model toe. Dit boek komt aan die vraag tegemoet. Het bevat casussen die beschrijven hoe het model concreet is toegepast bij het ontwerpen van innovatief onderwijs. De casussen representeren een brede waaier aan doelgroepen, onderwijssectoren en onderwerpen: van kinderen tot volwassenen, van primair onderwijs tot hoger onderwijs en van het schrijven van stripverhalen tot het uitvoeren van psychologisch onderzoek. Elke casus start met een korte karakterisering van de door de leerlingen of studenten te ontwikkelen competenties. Vervolgens worden de context, het ontwerpprobleem en het uiteindelijke ontwerp beschreven. Elke casus eindigt met een kritische reflectie, waarin wordt stilgestaan bij het gebruik van de ontwerpprincipes van het 4C-ID-model en de problemen die daarbij zijn overwonnen.

Het doel van dit inleidende hoofdstuk is niet om een complete beschrijving van het 4C-ID-model te geven. Daarvoor wordt de lezer verwezen naar de hierboven genoemde boeken. Dit hoofdstuk geeft slechts een beknopte beschrijving van de vier componenten waaruit innovatief onderwijs is opgebouwd. Vervolgens wordt het proces om zulk onderwijs te ontwerpen kort beschreven. Daarbij staan de belangrijkste ontwerpprincipes die in het 4C-ID-model gehanteerd worden centraal. Voor alle ontwerpprincipes wordt aangegeven in welke casussen ze concreet geïllustreerd worden, zodat de lezer een brug kan slaan tussen theorie en praktijk.

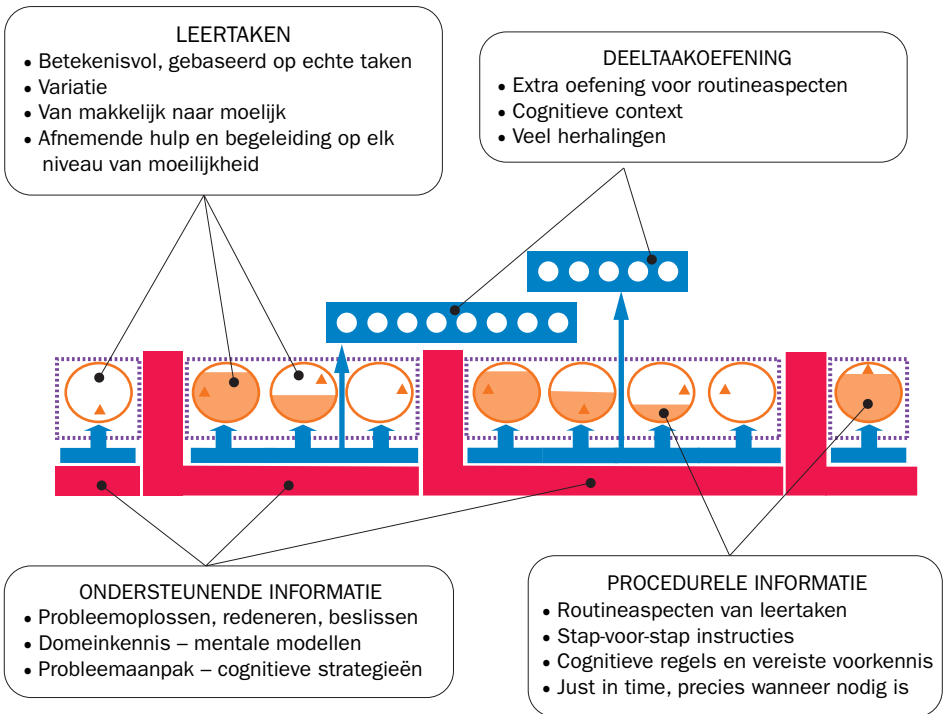
1.1 De vier componenten

Het 4C-ID-model richt zich primair op het onderwijzen van complexe vaardigheden of professionele competenties. Het beschrijft innovatief onderwijs dat is opgebouwd uit vier componenten: (1) leertaken, (2) ondersteunende informatie, (3) procedurele informatie en (4) deeltaak oefening.

1.1.1 Leertaken

Leertaken vormen de ruggengraat van het onderwijs (zie de grote oranje cirkels in figuur 1.1); dit kunnen bijvoorbeeld casussen, projecten, opdrachten, beroepstaken of problemen zijn. Studenten voeren de taken uit in een gesimuleerde omgeving of in de echte taakomgeving. Een gesimuleerde omgeving kan een zeer lage natuurgetrouwheid hebben, bijvoorbeeld wanneer een casus gepresenteerd wordt op papier of wanneer een rollenspel gespeeld wordt in de klas. Maar het kan ook een natuurgetrouwe nabootsing van de werkomgeving zijn, zoals een *high-fidelity* simulator van een vliegtuig. De leertaken zijn bij voorkeur hele taken: zij confronteren studenten op een geïntegreerde wijze met alle vaardigheids-, kennis- en houdingsaspecten die ook in het latere beroep of in het dagelijks leven bij het uitvoeren van taken van belang zijn. Bovendien gaat het om zowel routineaspecten als niet-routineaspecten bij het uitvoeren van de leertaken (redeneren, beslissen, problemen oplossen). Leertaken richten zich op een basaal leerproces dat inductief leren genoemd wordt; studenten leren vooral door te doen en door te ervaren hoe het is om de taken uit te voeren.

FIGUUR 1.1 De vier componenten



Variatie

Om het proces van inductief leren optimaal te laten plaatsvinden, is variatie over leertaken van het grootste belang. De leertaken moeten op dezelfde dimensies van elkaar verschillen als de taken in de beroepspraktijk of in het dagelijks leven. Dit maakt het voor studenten mogelijk om op basis van ervaring cognitieve schema's te ontwikkelen die representeren welke kenmerken geen invloed hebben op de wijze van taakuitvoering (oppervlaktekennmerken) en welke kenmerken dat juist wel hebben (structurele kenmerken).

Taakklassen

Om cognitieve overbelasting te voorkomen, beginnen studenten met het uitvoeren van relatief eenvoudige leertaken die, naarmate hun expertise toeneemt, steeds moeilijker worden (Van Merriënboer & Sweller, 2005, 2010). Het begrip taakklasse duidt een verzameling van ongeveer even moeilijke taken aan. Die taken verschillen overigens wel van elkaar op de dimensies waarop taken in de beroepspraktijk of het dagelijks leven ook van elkaar verschillen (zie de gestippelde paarse lijnen rondom de cirkels in figuur 1.1). De eerste taakklasse bevat bijvoorbeeld leertaken die gebaseerd zijn op de meest eenvoudige taken die een beroepsbeoefenaar in de praktijk kan tegenkomen; de laatste taakklasse bevat leertaken die gebaseerd zijn op de moeilijkste taken die een beginnend beroepsbeoefenaar in de praktijk kan tegenkomen.

Hulp en begeleiding

Studenten zullen dikwijls hulp en begeleiding krijgen bij het werken aan de leertaken (zie de vulling van de cirkels in de figuur). Als studenten voor het eerst gaan werken aan moeilijker taken, dus naar een volgende taakklasse gaan, krijgen zij aanvankelijk veel hulp en begeleiding. Binnen de taakklasse met even moeilijke taken neemt deze hulp en begeleiding geleidelijk af in een proces dat *scaffolding* genoemd wordt – naar analogie van een steiger die wordt afgebroken terwijl het gebouw wordt opgebouwd (Van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003). Als studenten de laatste taken binnen een taakklasse zonder hulp naar behoren uitvoeren kunnen zij aan moeilijker taken gaan werken, dus naar een volgende taakklasse gaan. Dan begint het proces van scaffolding opnieuw, waardoor in het hele onderwijsprogramma een zich herhalend zaagtandpatroon van veel hulp en begeleiding naar weinig hulp en begeleiding ontstaat. De hulp kan geboden worden door verschillende soorten leertaken te gebruiken: studenten kunnen bijvoorbeeld eerst casussen of uitgewerkte voorbeelden bestuderen, dan taken gedeeltelijk uitvoeren en pas na de nodige oefening taken geheel zelfstandig uitvoeren. Begeleiding wordt geboden door een docent die de student met raad en daad bijstaat of door externe hulpmiddelen, zoals een proceswerkblad dat studenten door het stellen van leidende vragen door het proces van taakuitvoering leidt.

1.1.2 Ondersteunende informatie

Bij het uitvoeren van leertaken spelen zowel routineaspecten als niet-routineaspecten een rol. Ondersteunende informatie (in de figuur afgebeeld met de rode L-vormen) helpt studenten bij het uitvoeren van de niet-routineaspecten; het gaat daarbij om taakaspecten waarbij problemen oplossen, redeneren of beslissen noodzakelijk is. De ondersteunende informatie wordt door docenten vaak *de theorie* genoemd en in tekstboeken of hoorcolleges gepresenteerd. Het beschrijft hoe het taakdomein georganiseerd is en hoe problemen in het taakdomein op een systematische manier aangepakt kunnen worden (oftewel, hoe de eigen acties in het domein georganiseerd zijn).

De organisatie van het taakdomein wordt gerepresenteerd in mentale modellen. In het geneeskundig domein gaat het bijvoorbeeld om kennis van verschillende symptomen (conceptueel model – wat is dit?), om kennis van de bouw van het menselijk lichaam (structureel model – hoe zit dit in elkaar?) en om kennis van de werking van het hart en andere organen (causaal model – hoe werkt dit?). De taakuitvoerder of student representeert de organisatie van zijn eigen acties in het taakdomein in cognitieve strategieën. Zulke strategieën identificeren de achtereenvolgende (sub)fasen in een systematisch probleemoplosproces (bijvoorbeeld diagnostische fase, behandel fase, nazorgfase) en beschrijven de vuistregels die behulpzaam kunnen zijn bij het succesvol voltooien van iedere fase.

Ondersteunende informatie legt de link tussen wat studenten al weten en de kennis die zij nodig hebben om niet-routineaspecten van leertaken te kunnen uitvoeren. Onderwijsmethoden voor de presentatie van ondersteunende informatie bevorderen de constructie van cognitieve schema's door elaboratie. De informatie wordt zo aangeboden dat deze studenten helpt

om betekenisvolle relaties te leggen tussen de nieuw gepresenteerde informatie-elementen en de voorkennis die zij al bezitten. Er dient dus sprake te zijn van diepe verwerking, leidend tot rijke schema's die het begrijpen en aanpakken van complexe zaken mogelijk maken. Het verstrekken van cognitieve feedback speelt daarbij een belangrijke rol. Deze feedback zet studenten aan tot het kritisch vergelijken van eigen domeinkennis en eigen manieren om problemen aan te pakken met die van anderen, waaronder experts en docenten.

De ondersteunende informatie is identiek voor alle leertaken in dezelfde taakklasse; deze taken zijn immers even moeilijk en doen een beroep op dezelfde kennisbasis. De ondersteunende informatie wordt in figuur 1.1 dan ook niet gekoppeld aan individuele leertaken maar aan de taakklassen: het kan gepresenteerd worden voordat studenten aan de leertaken gaan werken (onder het motto 'eerst de theorie en pas dan de praktijk') en/of het kan beschikbaar gesteld worden aan studenten die al aan de leertaken werken (onder het motto 'duik pas in de theorie als dat nodig is'). De ondersteunende informatie voor iedere volgende taakklasse is een uitbreiding op, of een verdere verdieping van de eerder gepresenteerde informatie en stelt de studenten dus in staat dingen te doen waartoe ze daarvoor nog niet in staat waren. Deze opbouw van eenvoudige naar moeilijker taken, gekoppeld aan steeds meer of steeds meer gedetailleerde kennis van het domein, wordt ook wel het *spiral curriculum* genoemd (Bruner, 1960).

1.1.3 Procedurele informatie

Procedurele informatie (in de figuur afgebeeld als blauwe balk met pijlen naar de leertaken) helpt studenten bij het uitvoeren van de routineaspecten van leertaken; het gaat daarbij om taakaspecten die bij elke leertaak op identieke wijze worden uitgevoerd. Procedurele informatie wordt ook wel 'just-in-time' (JIT) informatie genoemd, omdat die pas aangeboden wordt tijdens een specifieke leertaak. Het heeft meestal de vorm van stap-voor-stap instructies die door een docent of door een gebruikershandleiding aan een student gegeven worden. Het voordeel van een docent boven een gebruikershandleiding is dat de docent over de schouder van de student kan meekijken en instructies en correctieve feedback kan verschaffen op precies het moment dat de student deze nodig heeft om de taak correct uit te voeren. Procedurele informatie voor een bepaald routineaspect wordt bij voorkeur aangeboden tijdens de eerste leertaak waarbij de routine door de student zelf moet worden uitgevoerd. In de daarop volgende leertaken wordt de presentatie van de procedurele informatie afgebouwd in een proces dat *fading* wordt genoemd; de student heeft de informatie dan niet meer nodig omdat de routine al voldoende wordt beheerst.

De procedurele informatie wordt altijd gespecificeerd op het beginniveau van de studenten, dat wil zeggen, op een niveau dat begrijpelijk is voor de student met het laagste niveau van bekwaamheid. Onderwijsmethoden voor de presentatie van procedurele informatie richten zich op een basaal leerproces dat kenniscompilatie genoemd wordt: studenten vormen cognitieve regels die het uitvoeren van bepaalde (cognitieve) acties koppelen aan bepaalde condities (bijvoorbeeld: 'ALS je veilig aan de elektrische installatie wil werken DAN schakel je de stroom uit'). Deze cognitieve

regels stellen studenten na voldoende oefening in staat om routineaspecten van leertaken snel, foutloos en zonder bewuste controle uit te voeren. Kenniscompilatie wordt vergemakkelijkt als samen met de cognitieve regels ook de vereiste voorkennis precies op het moment dat de student deze nodig heeft in kleine eenheden wordt aangeboden en dus actief is in zijn of haar (werk)geheugen op het moment dat de routine wordt geoeffend. Vereiste voorkennis voor de vorige regel is bijvoorbeeld: De hoofdschakelaar voor het uitschakelen van de stroom bevindt zich meestal in de meterkast of onder een luik bij de voordeur. Tijdens het uitvoeren van een leertaak met motorische aspecten zal een goede docent bijvoorbeeld precies op het moment dat de student het nodig heeft aanwijzingen geven over het correct vasthouden van instrumenten, het positioneren van te bewerken objecten en de te maken handbewegingen.

1.1.4 Deeltaakoefening

De leertaken doen een beroep op zowel routine- als niet-routineaspecten van een complexe vaardigheid en bieden in de regel voldoende mogelijkheden om ook de routineaspecten voldoende te oefenen. Deeltaakoefening (in de figuur afgebeeld als de kleine blauwe cirkels) wordt dan ook alleen toegepast als een zeer hoge mate van automatisering van bepaalde routineaspecten noodzakelijk is en de leertaken de noodzakelijke hoeveelheid oefening niet kunnen bieden. Bekende voorbeelden van deeltaakoefening vinden we bij het leren rekenen op de basisschool, waar realistische leertaken (bijvoorbeeld betalen in een winkel, meten van een vloeroppervlak) centraal staan, maar daarnaast als deeltaakoefening ook de tafels van vermenigvuldiging nog eens extra geoefend worden. Of bij het leren spelen van een muziekinstrument, waar het spelen van muziekstukken centraal staat, maar daarnaast als deeltaakoefening ook de toonladders nog eens extra geoefend worden.

Onderwijsmethoden voor deeltaakoefening richten zich op versterking van cognitieve regels door herhaling en langdurige oefening (repetitie). Versterking is een basaal leerproces dat uiteindelijk leidt tot volledig geautomatiseerde cognitieve regels. Het is belangrijk dat pas met deeltaakoefening wordt begonnen nadat een geschikte cognitieve context is gecreëerd, dat wil zeggen, nadat studenten kennis hebben gemaakt met het routineaspect in de context van hele, betekenisvolle leertaken. Dit geeft hun de mogelijkheid om de activiteiten te identificeren die nodig zijn om de routines te integreren in de hele taken. De procedurele informatie die specificeert hoe het routineaspect moet worden uitgevoerd kan al in de context van hele taken worden gepresenteerd, maar daarnaast ook nog eens tijdens de deeltaakoefening worden aangeboden (zie de lange, omhoog gerichte pijl in figuur 1.1). Eventuele deeltaakoefening kan het beste worden afgewisseld met het werken aan de leertaken (*intermix training*) om integratie van de ontwikkelde kennisbasis te bevorderen.

1.1.5 Het geïntegreerde curriculum en transfer

De vier componenten richten zich op vier basale leerprocessen: leertaken richten zich op inductief leren, ondersteunende informatie richt zich op elaboratie, procedurele informatie richt zich op kenniscompilatie en

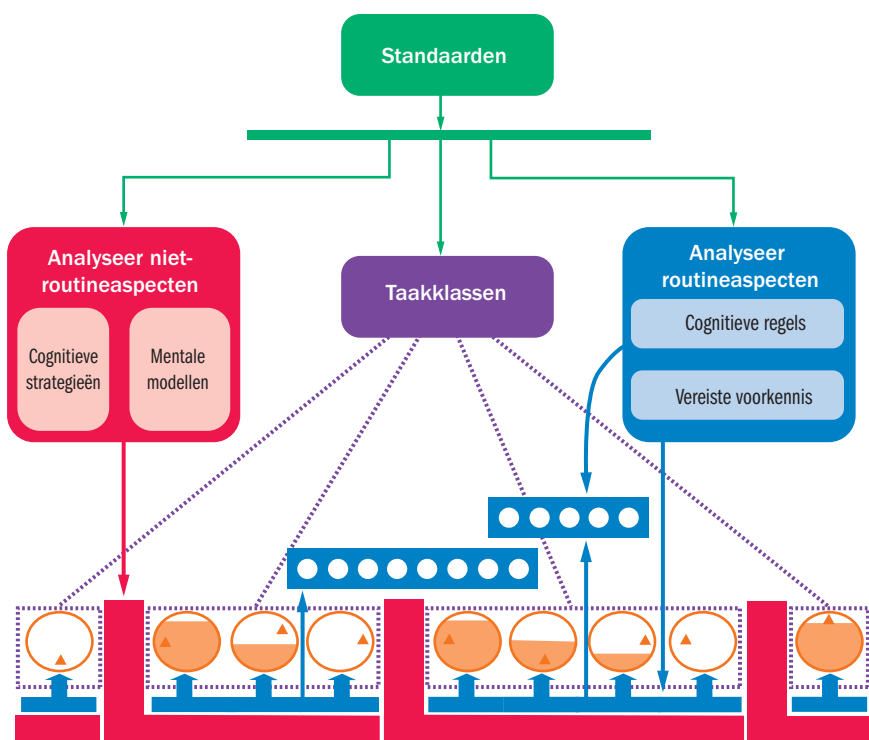
deeltaakoefening richt zich op versterking. In een geïntegreerd curriculum staan de onderlinge relaties tussen deze componenten en leerprocessen centraal. De ondersteunende informatie is gekoppeld aan klassen van gevarieerde maar even moeilijke leertaken en is voor studenten beschikbaar voordat en/of terwijl zij aan de leertaken werken; de procedurele informatie is gekoppeld aan individuele leertaken en wordt bij voorkeur precies op het moment dat studenten het nodig hebben (*just-in-time*) aangeboden; deeltaakoefening voor een bepaald routineaspect begint pas nadat dit aspect geïntroduceerd is in een betekenisvolle leertaak en wordt daarna bij voorkeur afgewisseld met het werken aan de leertaken. Een geïntegreerd curriculum is qua structuur vergelijkbaar met een skelet. Je ontwikkelt zo'n curriculum dan ook met de leertaken als ruggengraat, zorgvuldig geordend van eenvoudig naar moeilijk. De ondersteunende informatie, procedurele informatie en deeltaakoefening worden vervolgens op de juiste plekken aan deze ruggengraat gekoppeld. Als de koppelingen niet op de juiste plekken worden aangebracht vermindert dit de samenhang in het curriculum, waardoor de vorming van schema's en cognitieve regels bij de studenten wordt geblokkeerd.

Volgens het 4C-ID-model is een geïntegreerd curriculum een voorwaarde om transfer van het geleerde te bereiken, dat wil zeggen, om ervoor te zorgen dat studenten ook in staat zijn om het geleerde in nieuwe probleemsituaties binnen en buiten de opleiding (in het bijzonder, op de werkplek) toe te passen. Hiervoor zijn drie redenen (Van Merriënboer, Kester, & Paas, 2006). In de eerste plaats zorgen hele leertaken die geïntegreerde leerdoelen nastreven en een beroep doen op zowel kennis-, vaardigheids- als houdingsaspecten ervoor dat een rijke, geïntegreerde kennisbasis wordt ontwikkeld die de kans vergroot dat er in nieuwe situaties bruikbare kennis in het geheugen gevonden kan worden. In de tweede plaats zorgt de opbouw van makkelijke naar moeilijke leertaken, in combinatie met afnemende hulp en begeleiding, ervoor dat studenten leren om verschillende vaardigheidsaspecten met hun geassocieerde kennis- en houdingsaspecten te coördineren; dit stelt hen in staat om deze aspecten in nieuwe probleemsituaties en op de werkplek op een strategische manier opnieuw te combineren. Tot slot zorgt het onderscheid tussen de ontwikkeling van routineaspecten en niet-routineaspecten ervoor dat afgestudeerden de bekende aspecten van problemen moeiteloos kunnen oplossen omdat zij de noodzakelijke routines beheersen. Hierdoor beschikken zij over extra cognitieve bronnen voor het uitvoeren van de niet-routineaspecten (redeneren, problemen oplossen, beslissen) en het reflecteren op de kwaliteit van de gevonden oplossing.

1.2 Overzicht van ontwerpprincipes

Om onderwijs dat is opgebouwd uit de vier componenten te ontwerpen, zijn verschillende activiteiten vereist, die elk gebruikmaken van ontwerpprincipes waarvoor wetenschappelijke steun bestaat. Figuur 1.2 geeft een overzicht van deze activiteiten. Vervolgens zullen de belangrijkste ontwerpprincipes per activiteit kort beschreven worden. De activiteiten zijn:

FIGUUR 1.2 Overzicht van activiteiten in het ontwerpproces



Ontwerpen van leertaken (oranje onderdelen in figuur 1.2)

Er worden leertaken ontworpen die meestal gebaseerd zijn op realistische taken uit de beroepspraktijk. Aandachtspunten betreffen variatie tussen taken, natuurgetrouwheid van de omgeving waarin de taken worden uitgevoerd en aan studenten geboden hulp en begeleiding. Ook de vorm van de taken (uitgewerkte voorbeelden, aanvulproblemen, conventionele taken, etc.) wordt hier bepaald.

Bepalen van de taakklassen (paars)

Even moeilijke leertaken maken deel uit van eenzelfde taakklasse. De taakklassen worden geordend van eenvoudig naar moeilijk. Aandachtspunten betreffen verschillende mogelijke vormen van ordening (*forward chaining* vs. *backward chaining*) en de mate waarin leertaken een beroep doen op alle benodigde competenties of samenstellende vaardigheden of op slechts een deel daarvan.

Bepalen van standaarden (groen)

Studenten ontvangen feedback en worden beoordeeld. Gedragsdoelen beschrijven voor alle verschillende aspecten van taakuitvoering wat er door de taakuitvoerder gedaan moet worden, onder welke condities dit gedaan

moet worden, welke gereedschappen en objecten gebruikt worden en wat de standaarden voor acceptabel gedrag zijn, inclusief criteria, waarden en houdingen.

Niet-routineaspecten: ontwerpen van ondersteunende informatie (rood)

Er wordt ondersteunende informatie ontworpen die studenten helpt bij het uitvoeren van niet-routineaspecten van leertaken. Om te bepalen wat deze ondersteunende informatie is, kan het noodzakelijk zijn om de door de studenten te ontwikkelen mentale modellen en cognitieve strategieën nader te analyseren.

Routineaspecten: ontwerpen van procedurele informatie en deeltaak-oefening (blauw)

Er wordt procedurele informatie ontworpen die studenten helpt bij het uitvoeren van routineaspecten van leertaken. Om te bepalen wat deze procedurele informatie is, kan het noodzakelijk zijn om de door de studenten te ontwikkelen cognitieve regels te analyseren en na te gaan welke vereiste voorkennis nodig is voor het correct uitvoeren van die regels. Als volledige automatisering van cognitieve regels gewenst is, wordt daarvoor tevens deeltaakoefening ontworpen.

1.2.1 Ontwerpen van leertaken (oranje)

Tabel 1.1 beschrijft de principes die een rol spelen bij het ontwerpen van leertaken. Tevens wordt aangegeven in welke hoofdstukken van dit boek deze principes concreet geïllustreerd worden. Het is van belang dat betekenisvolle taken uit de beroepspraktijk of het dagelijks leven als uitgangspunt genomen worden bij het ontwikkelen van leertaken. De omgeving waarin de taken worden uitgevoerd kan aanvankelijk een vereenvoudiging van de werkelijkheid zijn, maar zal daarna vaak in natuurgetrouwheid toenemen. Studenten wordt hulp en begeleiding geboden bij het uitvoeren van de leertaken maar deze neemt geleidelijk af naarmate zij – op een bepaald niveau van taakmoeilijkheid – meer expertise opbouwen. Tot slot verschillen leertaken van elkaar op alle dimensies waarop taken in de beroepspraktijk of in het dagelijks leven ook van elkaar verschillen; dit bevordert transfer.

TABEL 1.1 Ontwerpprincipes voor leertaken en bijbehorende casussen die ze illustreren

LT (Oranje)	Ontwerpprincipes Leertaken	Geïllustreerd in hoofdstuk
LT1 Realisme	Neem betekenisvolle beroepstaken of taken uit het dagelijks leven als uitgangspunt voor het ontwerpen van de leertaken.	2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12
LT2 Natuurgetrouwheid	Start met een veilige, gesimuleerde taakomgeving en werk via steeds natuurgetrouwer simulaties naar de echte beroepspraktijk.	7, 5, 13

TABEL 1.1 Ontwerpprincipes voor leertaken en bijbehorende casussen die ze illustreren (vervolg)

LT (Oranje)	Ontwerpprincipes Leertaken	Geïllustreerd in hoofdstuk
LT3 Variatie	Zorg ervoor dat leertaken van elkaar verschillen op alle dimensies waarop taken in het beroep of dagelijks leven ook van elkaar verschillen.	4, 5, 7, 14
LT4 Hulp	Bied studenten hulp bij het uitvoeren van leertaken door gebruik te maken van uitgewerkte voorbeelden, omgekeerde taken, doelvrije taken, aanvultaken etc.	2, 6, 9, 11
LT5 Begeleiding	Bied studenten begeleiding bij het uitvoeren van leertaken door hen systematische probleem aanpakken, vuistregels en proceswerkbladen te geven.	11, 14
LT6 Scaffolding	Verminder de aan studenten geboden hulp en begeleiding geleidelijk voor even moeilijke leertaken in dezelfde taakklasse.	2, 4, 6, 8, 10, 11

1.2.2 Bepalen van taakklassen (paars)

Tabel 1.2 beschrijft de principes voor het ordenen van leertaken in taakklassen van toenemende moeilijkheid. Daarbij is het belangrijk dat ook de meest eenvoudige taken in de eerste taakklasse representatief zijn voor taken die men in de beroepspraktijk of in het dagelijks leven kan tegenkomen en dus de essentie van de hele taak bevatten. Voor de meeste taken is het goed mogelijk om factoren te identificeren die de moeilijkheid ervan beïnvloeden. Deze factoren worden dan gebruikt om de meest eenvoudige en steeds meer complexe versies van hele leertaken, die opgenomen worden in achtereenvolgende taakklassen, te specificeren. Als dit niet lukt, kunnen we studenten ook hele leertaken laten oefenen, maar hun aandacht richten op steeds andere aspecten van deze taken (bijvoorbeeld eerst een focus op veiligheid, dan op accuratesse en als laatste op snelheid). Tot slot kan in een enkel geval zelfs de meest eenvoudige versie van de hele taak nog te moeilijk bevonden worden om door studenten te laten oefenen. Dan kunnen leertaken in eerdere taakklassen een beroep doen op slechts een deel van de relevante vaardigheden en leertaken in latere taakklassen op steeds meer vaardigheden (vaardighedenclusters). Voor de ordening kan gebruikgemaakt worden van backward chaining. Stel dat de hele taak bestaat uit de fasen analyse-ontwerp-evaluatie, dan wordt begonnen met een taakklasse waarbij studenten evalueren op basis van een gegeven analyse en ontwerp, dan een taakklasse waarbij zij ontwerpen en evalueren op basis van een gegeven analyse, en ten slotte een taakklasse waarbij zij zowel analyseren, ontwerpen als evalueren.

TABEL 1.2 Ontwerpprincipes voor taakklassen en bijbehorende casussen die ze illustreren

TK (Paars)	Ontwerpprincipes Taakklassen	Geïllustreerd in hoofdstuk
TK1 Toenemende complexiteit	Orden leertaken in taakklassen die toenemen in moeilijkheid, maar zorg ervoor dat ook de meest eenvoudige taken de essentie van de hele taak bevatten.	2, 4, 5, 6
TK2 Simplificerende assumpties	Breng in kaart welke factoren de moeilijkheid van de leertaken beïnvloeden. Gebruik deze factoren om de meest eenvoudige en steeds moeilijker versies van de taken te specificeren.	3, 4, 10, 13, 14
TK3 Nadrukmanipulatie	Gebruik nadrukmanipulatie als de moeilijkheid van de taak niet gereduceerd kan worden. In elke taakklasse wordt de hele taak uitgevoerd, maar de nadruk ligt in elke taakklasse op andere aspecten van taakuitvoering.	3, 9
TK4 Vaardighedenclusters	Gebruik vaardighedenclusters als de eenvoudigste vorm van de hele taak nog steeds te moeilijk is om te oefenen. Onderscheid clusters van samenstellende vaardigheden en werk van leertaken die een beroep doen op clusters van vaardigheden naar taken die een beroep doen op alle relevante vaardigheden.	3, 10, 13
TK5 Backward chaining	Gebruik backward chaining als vaardighedenclusters onderscheiden worden. Begin met leertaken die een beroep doen op de vaardigheden die normaal gesproken als laatste worden uitgevoerd en werk naar leertaken die steeds meer een beroep doen op vaardigheden die normaal gesproken eerder worden uitgevoerd.	6, 10, 11, 13

1.2.3 Bepalen van standaarden (groen)

Tabel 1.3 beschrijft de ontwerpprincipes voor het bepalen van standaarden voor een acceptabele taakuitvoering door studenten. Allereerst is het nodig om een goede indruk te krijgen van alle verschillende aspecten waarop feedback gegeven kan worden of die beoordeeld kunnen worden. Er kan een vaardighedenhiërarchie of competentiekaart gemaakt worden om alle samenstellende vaardigheden, waaruit de complexe vaardigheid of professionele competentie is opgebouwd, in kaart te brengen. Voor de gehele vaardigheid en voor elke samenstellende vaardigheid uit de hiërarchie kunnen vervolgens prestatiedoelen geformuleerd worden. Die beschrijven wat de lerende onder welke omstandigheden en met welke middelen moet doen en wat daarbij de standaard is voor een goede wijze van taakuitvoering. Prestatiedoelen kunnen verwijzen naar niet-routineaspecten (daarvoor is ondersteunende informatie relevant), gewone routineaspecten (daarvoor is procedurele informatie relevant) en routineaspecten die volledig geautomatiseerd moeten worden (daarvoor is naast procedurele informatie ook deeltaakoefening relevant). De standaarden voor acceptabel gedrag kunnen voor elk te beoordelen aspect gespecificeerd worden naar

criteria (de uitvoering voldoet aan harde minimumeisen; tijd, accuratesse, productiviteit), waarden (de uitvoering is conform bepaalde conventies, regelingen of normen van de beroepsgroep) en houdingen (de uitvoering geeft blijk van attitudes zoals klantvriendelijkheid of punctualiteit). Een scoringsrubriek bevat voor alle relevante aspecten de standaarden (criteria, waarden, houdingen) en schalen waarop gescoord kan worden. Een docent kan een scoringsrubriek gebruiken om studenten summatief te beoordelen. Maar scoringsrubrieken zijn ook geschikt om studenten feedback en formatieve beoordelingen te geven van meerdere beoordelaars (docenten, klanten, experts, medestudenten) en/of om zichzelf te laten beoordelen zodat reflectie op het leerproces bevorderd wordt.

TABEL 1.3 Ontwerpprincipes voor standaarden en bijbehorende casussen die ze illustreren.

ST (Groen)	Ontwerpprincipes Standaarden	Geïllustreerd in hoofdstuk
ST1 Vaardighe- denhiërarchie	Maak een hiërarchie van samenstellende vaardigheden om een beeld te krijgen van de aspecten die een rol spelen bij taakuitvoering. Vaardigheden lager in de hiërarchie zijn voorwaardelijk voor vaardigheden hoger in de hiërarchie; vaardigheden die naast elkaar staan kunnen gelijktijdig, na elkaar, of in willekeurige volgorde worden uitgevoerd.	5, 10
ST2 Prestatie- doelen	Specificeer voor de gehele complexe vaardigheid en voor elke samenstellende vaardigheid uit de hiërarchie een helder prestatiedoel, dat beschrijft wat de lerende onder welke omstandigheden en met welke middelen moet doen en wat daarbij de standaard is voor een acceptabele wijze van taakuitvoering.	6, 7, 8
ST3 Doelclassifi- catie	Classificeer prestatiedoelen als verwijzend naar niet-routineaspecten, gewone routineaspecten en routineaspecten die volledig geautomatiseerd moeten worden.	7
ST4 Criteria, waarden en houdingen	Specificeer de geformuleerde standaarden voor acceptabel gedrag naar criteria (tijd, accuratesse etc.), waarden/normen die in acht genomen moeten worden en vereiste houding(en).	7, 8
ST5 Scorings- rubrieken	Gebruik voor het beoordelen van de prestaties op leertaken een scoringsrubriek met daarin alle relevante aspecten van de leertaak, de standaarden (criteria, waarden, houdingen) voor deze aspecten en schalen waarop gescoord kan worden.	7, 8
ST6 Meerdere beoordelaars	Laat meerdere beoordelaars (docenten, medestudenten, klanten, experts, studenten zelf) scoringsrubrieken gebruiken om formatief te beoordelen en feedback te geven op de kwaliteit van taakuitvoering.	7

1.2.4 Niet-routineaspecten: ontwerpen van ondersteunende informatie (rood)

Tabel 1.4 beschrijft ontwerpprincipes voor informatie die relevant is voor het (leren) uitvoeren van niet-routineaspecten van leertaken. Deze ondersteunende informatie bestaat uit domeinkennis die beschrijft hoe het domein georganiseerd is, aanpakkennis die beschrijft hoe taken in het domein systematisch kunnen worden aangepakt, en cognitieve feedback die studenten aanzet tot reflectie op hun eigen domeinkennis en probleemaanpak. Domeinkennis wordt vooral aangeboden in de vorm van conceptuele modellen (wat zijn de belangrijkste elementen in een domein en hoe worden die genoemd?), structurele modellen (hoe zitten objecten in dit domein in elkaar en hoe zijn ze geconstrueerd?), en causale modellen (hoe werken mechanismen of apparaten in dit domein?). Zulke modellen worden geïllustreerd met concrete voorbeelden of casussen. Aanpakkennis wordt meestal aangeboden in de vorm van systematische probleemaanpakken: deze specificeren de achtereenvolgende (sub)fasen bij het uitvoeren van de taak en geven vuistregels (heuristieken) die helpen om elke fase succesvol af te ronden. Probleemaanpakken worden bij voorkeur geïllustreerd door experts die laten zien hoe ze een probleem aanpakken en die tegelijkertijd uitleggen welke vuistregels ze daarbij gebruiken. Cognitieve feedback zet studenten aan tot een kritische reflectie op hun eigen domeinkennis (mentale modellen) en aanpakkennis (cognitieve strategieën), bijvoorbeeld door hen deze te laten vergelijken met de domeinkennis en aanpakkennis van experts, docenten en medestudenten. Doorgaans zullen er voor een onderwijsprogramma al bestaande instructiematerialen voor het onderwijzen van domeinkennis en aanpakkennis beschikbaar zijn. Zo niet, dan kunnen de door de studenten te ontwikkelen mentale modellen en cognitieve strategieën eerst geanalyseerd worden. De instructiematerialen worden dan op basis van de analyseresultaten ontwikkeld.

TABEL 1.4 Ontwerpprincipes voor niet-routineaspecten en bijbehorende casussen die ze illustreren

NR (Rood)	Ontwerpprincipes niet-routineaspecten	Geïllustreerd in hoofdstuk
NR1 Ondersteunende informatie	Maak binnen de ondersteunende informatie een onderscheid tussen domeinkennis die beschrijft hoe het domein georganiseerd is, aanpakkennis die beschrijft hoe taken in het domein systematisch worden aangepakt, en cognitieve feedback die studenten aanzet tot reflectie op hun domeinkennis en probleemaanpak.	2, 10
NR2 Domeinkennis	Het presenteren van domeinkennis betreft conceptuele modellen (wat is dat?), structurele modellen (hoe zit dat in elkaar?) en causale modellen (hoe werkt dat?). De modellen worden bij voorkeur geïllustreerd met concrete voorbeelden uit het taakdomein.	9, 11

TABEL 1.4 Ontwerpprincipes voor niet-routineaspecten en bijbehorende casussen die ze illustreren (vervolg)

NR (Rood)	Ontwerpprincipes niet-routineaspecten	Geïllustreerd in hoofdstuk
NR3 Aanpakken- nis	Het presenteren van aanpak kennis betreft systematische probleemaanpakken die de achtereenvolgende fasen bij het uitvoeren van de taak beschrijven, en de vuistregels die kunnen helpen om elke fase tot een goed einde te brengen. Probleemaanpakken worden bij voorkeur geïllustreerd met concrete voorbeelden van experts die modelleren hoe ze problemen aanpakken.	3, 9, 11, 12, 14
NR4 Cognitieve feedback	Geef studenten cognitieve feedback die hen aanzet tot het kritisch vergelijken van eigen domeinkennis en eigen probleemaanpakken met die van anderen, zoals docenten en experts maar ook medestudenten.	10, 11, 12
NR5 Mentale modellen	Als een beschrijving van de domeinkennis niet beschikbaar is in bestaande instructiematerialen kan het nodig zijn om de bij studenten te ontwikkelen mentale modellen te analyseren in conceptuele, structurele en causale modellen.	11
NR6 Cognitieve strategieën	Als een beschrijving van de aanpak kennis niet beschikbaar is in bestaande instructiematerialen kan het nodig zijn om de bij studenten te ontwikkelen cognitieve strategieën te analyseren als systematische probleemaanpakken.	4

1.2.5 Routineaspecten: ontwerpen van procedurele informatie en deeltaakoefening (blauw)

Tabel 1.5 beschrijft ontwerpprincipes voor het (leren) uitvoeren van routineaspecten van leertaken; het betreft procedurele informatie en deeltaakoefening. De procedurele informatie bestaat uit stap-voor-stap instructies die specificeren hoe de routineaspecten uitgevoerd moeten worden en correctieve feedback die studenten attendeert op gemaakte fouten. De stap-voor-stap instructies worden bij voorkeur *just-in-time* aangeboden (bijvoorbeeld ‘Let nu op deze display!’ of ‘Kijk, dit is de teller en dat is de noemer. Nu moet je de teller door de noemer delen!’) en specificeren zowel de regels die gevolgd moeten worden (algoritmes) als de feiten, concepten en fysieke objecten die de student moet (her)kennen om de regels correct te kunnen uitvoeren. Het correcte gebruik van stap-voor-stap instructies wordt bij voorkeur gedemonstreerd in de context van de leertaken, zodat studenten ook begrijpen hoe de routineaspecten bijdragen aan het uitvoeren van de hele taak. Correctieve feedback wordt onmiddellijk na het maken van een fout gegeven; deze signaleert dat er een fout gemaakt is, verwijst naar mogelijke oorzaken voor de fout en geeft suggesties voor het herstellen van de fout. Meestal zullen er voor een onderwijsprogramma bestaande instructiematerialen voor het onderwijzen van procedurele informatie beschikbaar zijn (bijvoorbeeld checklists, handleidingen, procedurebeschrijvingen). Zo niet, dan kunnen de door de studenten te ontwik-

kelen cognitieve regels en de daarvoor vereiste voorkennis geanalyseerd worden. De stap-voor-stap instructies worden dan ontwikkeld op basis van de analyseresultaten. Tot slot dient deeltaakoefening ontworpen te worden voor routineaspecten waarvoor volledige automatisering noodzakelijk is. Zulke deeltaakoefening benadrukt eerst accuratesse, dan zowel accuratesse als snelheid en tot slot accuratesse, snelheid en het vermogen om de deeltaak gecombineerd met andere (deel)taken uit te voeren. Het kan het beste worden afgewisseld met het werk aan de leertaken en met eventuele deeltaakoefening voor andere routineaspecten.

TABEL 1.5 Ontwerpprincipes voor routineaspecten en bijbehorende casussen die ze illustreren

RO (Blauw)	Ontwerpprincipes Routineaspecten	Geïllustreerd in hoofdstuk
RO1 Procedurale informatie	Maak binnen de procedurele informatie een onderscheid tussen stap-voor-stap instructies die de correcte uitvoering van routines beschrijven en correctieve feedback die studenten wijst op uitvoeringsfouten.	14
RO2 Stap-voor-stap instructies	Het just-in-time presenteren van cognitieve regels en daarvoor vereiste voorkennis gebeurt bij voorkeur in stap-voor-stap instructies. Uitvoering van de routines conform deze instructies wordt bij voorkeur gedemonstreerd in de context van de hele taak.	14
RO3 Correctieve feedback	Geef studenten onmiddellijke feedback die hen helpt om een fout in de uitvoering van routines te herkennen, leg de mogelijke oorzaak van de fout uit en geef suggesties hoe de fout te herstellen.	12, 14
RO4 Cognitieve regels	Als een beschrijving van cognitieve regels niet beschikbaar is in bestaande instructiematerialen kan het nodig zijn om de bij studenten te ontwikkelen cognitieve regels te analyseren in stap-voor-stap instructies.	3, 11
RO5 Vereiste voorkennis	Als een beschrijving van vereiste voorkennis voor het correct toepassen van cognitieve regels niet beschikbaar is in bestaande instructiematerialen kan het nodig zijn om deze te analyseren in feiten/concepten of fysieke modellen.	14
RO6 Deeltaakoefening	Bied deeltaakoefening aan voor die routineaspecten waarvoor een hoog niveau van automatisering vereist is; benadruk eerst alleen accuratesse, dan ook snelheid en als laatste het combineren met andere vaardigheidsaspecten. Wissel deeltaakoefening af met de leertaken en met eventuele deeltaakoefening voor andere routineaspecten.	12, 13, 14

1.3 Leeswijzer

Tabel 1.1 tot en met 1.5 maken het eenvoudig om in de rest van dit boek hoofdstukken of casussen te vinden die bepaalde ontwerpprincipes illustreren. Omgekeerd werkt het ook. Aan het begin van elke casus worden de geïllustreerde ontwerpprincipes vermeld en van daaruit kan de lezer teruggrijpen op voorgaande beschrijvingen. Er is dus geen noodzaak om dit boek van voor naar achter te lezen; kies gewoon de casussen die voor u het meest interessant zijn. Alle casussen illustreren meerdere ontwerpprincipes, maar de casussen zijn zo geordend dat de eerdere casussen vooral de ontwerpprincipes illustreren die in het voorgaande als eerste behandeld zijn en de latere casussen de ontwerpprincipes die in het voorgaande later behandeld zijn. De casussen in het begin leggen het accent daarom op het ontwerpen van leertaken en het bepalen van taakklassen; de casussen in het midden leggen het accent op het beoordelen van studenten en het ontwerpen van ondersteunende informatie, en de casussen aan het einde leggen het accent op het ontwerpen van procedurele informatie en het gebruik van deeltaakcoëfening. Wij wensen u veel leesplezier toe en daarna veel inspiratie bij het ontwerpen van goed en aantrekkelijk onderwijs!