

Bijgesteld

Handreiking schoolexamen informatica havo/vwo

Voortgezet onderwijs

*Herziening
examenprogramma's
havo/vwo*



Bijgesteld

Handreiking schoolexamen informatica havo/vwo

Voortgezet onderwijs

Herziening Victor Schmidt
examenprogramma's
havo/vwo

Enschede, juni 2006



Verantwoording

© 2006 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag 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 toestemming van de uitgever.

Auteur: Victor Schmidt

In opdracht van: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling
Dhr Victor Schmidt
Postbus 2041, 7500 CA Enschede
Telefoon (050) 5954 844
E-mail: v.e.schmidt@pl.hanze.nl

De tekst van deze handreiking is nog niet definitief.
Er kunnen geen rechten aan ontleend worden.

Inhoud

Voorwoord	5
1. Informatica in de nieuwe tweede fase	7
2. De programma's voor havo en vwo	9
3. Het centraal examen en het schoolexamen	13
4. De eindtermen van het schoolexamen	15
4.1 Domein A: Informatica in perspectief	15
4.2 Domein B: Basisbegrippen en vaardigheden	18
4.3 Domein C: Systemen en hun structurering	18
4.4 Domein D: Toepassingen in samenhang	27
4.5 Indicatie van de studielast per subdomein (eindterm)	31
5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)	33
5.1 Samenstelling examendossier	33
5.2 Deel A – Schriftelijk deel	33
5.3 Deel B – Praktisch deel	34
5.4 Deel C – Projectdeel	34
5.5 Relatie tussen eindterm en toetsvorm	35
5.6 Praktische toetsen	37
6. Afstemming met andere vakken	39
7. Onderdelen naar keuze van de school	41
Bijlage 1 Examenprogramma informatica havo/vwo	43
Bijlage 2 Voorbeeld van een projectopdracht	47

Voorwoord

De *Handreiking voor het schoolexamen* die voor u ligt, hoort bij de vernieuwingen die in 2007 zullen ingaan in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

Basis voor deze vernieuwingen is de ministeriële nota *Ruimte laten en keuzes bieden in de tweede fase havo en vwo* (2003), waarvan de leidende gedachte is dat scholen meer vrijheid en keuzemogelijkheden moeten krijgen voor de invulling van hun onderwijs in de tweede fase.

Daartoe zijn de examenprogramma's voor alle vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was.

Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen geschrapt. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten.

Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OC&W, steun in de vorm van *handreikingen* per vak, waarvan dit er één is. De handreikingen bevatten suggesties en adviezen voor de inrichting van het schoolexamen, die gezien het bovenstaande een niet-voorschrijvend karakter dragen.

Zij zijn gebaseerd op de expertise van de vakinhoudelijk medewerkers van SLO, en in veel gevallen ook op overleg met de vakinhoudelijke vereniging en/of raadpleging van het veld via Veldadvisering.

Iedere handreiking opent met een beschrijving van de positie van het vak in de vernieuwde tweede fase, en een weergave van de veranderingen ten opzichte van het nu nog vigerende examenprogramma.

Daarna wordt ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen het havo- en het vwo-programma, en op de verdeling van de leerstof over het centraal examen en het schoolexamen. (Dit bij de vakken waar het van toepassing is).

Vervolgens worden de eindtermen voor het schoolexamen uitgelegd en toegelicht.

De mogelijkheden voor toetsing van de eindtermen in het schoolexamen worden geschetst, en suggesties worden gedaan voor weging van de verschillende toetsen.

Tenslotte wordt ingegaan op afstemmingsmogelijkheden met andere vakken in de tweede fase, en wordt besproken welke mogelijkheden scholen vanaf 2007 hebben om eigen onderdelen toe te voegen aan de onderdelen die in het schoolexamen wettelijk voorgeschreven zijn.

We hopen dat onze handreikingen de weg naar de scholen zullen vinden, en dat ze voor docenten een steun zullen zijn bij het zelf vormgeven van de inrichting van hun schoolexamen.

Helge Bonset
Projectleider Herziening examenprogramma's havo/vwo

1. Informatica in de nieuwe tweede fase

De wijzigingen voor het vak informatica in de nieuwe tweede fase hebben betrekking op de positie van het vak als keuzevak, op zijn omvang en op de inhoud. In de huidige situatie is informatica een keuzevak in het vrije deel van alle profielen. Vanaf 2007 krijgt informatica daarnaast de status van profielkeuzevak in het profiel Natuur en Techniek. Leerlingen in dit profiel maken een verplichte keuze uit vier profielkeuzevakken, waarvan informatica er één is. De andere profielkeuzevakken N&T zijn biologie, wiskunde AB en een nieuw te ontwikkelen geïntegreerd bètavak.

Uit de nieuwe status van het vak zou men kunnen concluderen dat informatica meer dan nu een technisch georiënteerd vak wordt. Maar omdat informatica ook een keuzevak in het vrije deel van de andere profielen blijft, verdient het weinig aanbeveling het vak meer op technische leest te schoeien. Bovendien wordt vanuit het onderwijsveld (docenten, hbo-1) er voor gepleit het multidisciplinaire karakter van het vak in stand te houden. Tenslotte geven de eindtermen geen reden het huidige multidisciplinaire karakter van het vak ingrijpend te veranderen.

De omvang van informatica ondergaat een aanzienlijke uitbreiding. In de huidige situatie omvat het vak 280 uur op het vwo en 240 uur op het havo. In de nieuwe tweede fase neemt de omvang toe tot 440 uur op het vwo en tot 320 uur op het havo. Als gevolg van de richtlijnen van het Ministerie van OC&W wordt de uitbreiding van de vakomvang niet aangegrepen om de inhoud van het vak te verzwaren. Bovendien geven docenten aan dat het geen enkel probleem zal zijn op grond van de huidige inhoud de extra uren van een zinvolle besteding te voorzien. Sterker nog, er bestaat behoefte om de inhoud van het vak voor het havo te vereenvoudigen zonder daarbij onderwerpen te laten vervallen.

Voor wat betreft de inhoud blijft informatica bestaan uit de bestaande (sub) domeinen. De huidige eindtermen zijn geglobaliseerd. Daardoor ontstaan er mogelijkheden voor keuzevrijheid en differentiatie. In deze handreiking wordt daartoe een aanzet gegeven. Binnen deze onderwerpen is waar nodig sprake van modernisering van de inhoud. De huidige eindtermen stammen uit 1995 en sindsdien hebben zich aanzienlijke ontwikkelingen in informatie- en communicatietechnologie voorgedaan. Voorbeelden daarvan zijn:

- De opkomst van het Internet.
- Professionalisering van het systeembeheer en de introductie van uitbestedingsrelaties.
- Toenemende aandacht voor beveiliging van gegevens en systemen.
- Draadloze communicatie.
- Embedded software.

Daarnaast wordt ICT op meer terreinen dan voorheen toegepast. Werd een computer in de begintijd van ICT voornamelijk beschouwd als rekenmachine, tegenwoordig kan een computer (al dan niet in samenwerking met andere systemen die via netwerken gekoppeld zijn) op efficiënte wijze gegevens opslaan en informatie daaruit betrekken,

apparatuur aansturen – ook vanaf afstand - ingezet worden om gebruikers belevingservaringen te laten opdoen, met elkaar te laten communiceren en om communicatieboodschappen van organisaties uit te dragen.

In deze handreiking wordt een aanzet gegeven om enkele van de genoemde onderwerpen en toepassingsgebieden in het schoolexamen op te nemen.

Status van deze handreiking

Deze handreiking bevat talrijke adviezen en suggesties. Getracht is om voor enkele knelpunten zoals die in het curriculum informatica voor vwo en havo met name door docenten ervaren worden oplossingen te geven. Deze oplossingen zijn waar mogelijk tot stand gekomen in overleg met docenten Informatica dan wel getoetst aan ervaringen en meningen van deze docenten. Belangrijke bronnen daarbij zijn de Vakdossiers Informatica, die in de afgelopen jaren door SLO zijn uitgegeven. Waar mogelijk en relevant zijn aanbevelingen uit de vakdossiers overgenomen. Dat laat onverlet dat de suggesties, adviezen en aanbevelingen in deze handreiking als zodanig beschouwd kunnen worden. Een docent heeft te allen tijde de mogelijkheid om af te wijken van de inhoud van deze handreiking, mits hij zich conformeert aan de eindtermen van het curriculum zoals die onder andere in bijlage 1 van dit document beschreven zijn.

2. De programma's voor havo en vwo

Beide examenprogramma's kennen dezelfde eindtermen op één uitzondering na. Eindterm 15 uit het subdomein C7: Relationale Databases kent een vwo-specifieke aanvulling, te weten: *De kandidaat kan de kenmerken en aspecten van databasemanagementsystemen beschrijven en voor specifieke systemen benoemen en gebruiken.*

Het is verleidelijk hieraan de conclusie te verbinden dat beide programma's dezelfde inhoud kunnen bevatten. Daartegen pleit dat de omvang van het vak op havo en vwo meer van elkaar verschilt dan in de huidige situatie. Bovendien bestaat er behoefte aan meer eigenheid in de programma's voor havo en vwo. Zie daartoe opmerkingen in onder andere het Vakdossier Informatica 2003. Daarom is in deze handreiking afstand genomen van de huidige situatie waarin het havo-programma een afgeleide van het vwo-programma is. In plaats daarvan wordt het volgende model gehanteerd:

- Er is sprake van een kern- of basisprogramma voor zowel havo als vwo.
- Daarnaast zijn er afzonderlijke verdiepingsprogramma's voor havo en vwo.

Kernprogramma

Het kernprogramma omvat alle domeinen en subdomeinen met uitzondering van subdomeinen A3: Studie en beroepsomgeving (eindterm 3), A4: Individueel (eindterm 4) en domein D: Toepassingen in samenhang (eindterm 18). Het niveau waarop de andere eindtermen in het kernprogramma gerealiseerd worden, wordt in het vervolg beschreven. Zowel leerlingen uit havo als vwo volgen dit programma. De omvang van het kernprogramma bedraagt ongeveer 200 studielasturen.

Verdiepingsprogramma havo

In het verdiepingsprogramma voor havo-leerlingen wordt met betrekking tot de (sub)domeinen uit het kernprogramma geen expliciet hoger niveau gevraagd. Wel wordt er verdieping geboden door het toepassen van de leerstof uit enkele (sub)domeinen in een praktische context. Om welke (sub)domeinen het gaat of kan gaan, wordt in hoofdstuk 4 beschreven. Daarnaast is het de bedoeling dat in het verdiepingsprogramma de eindtermen 3, 4 en 18 gerealiseerd worden. Ten behoeve van het bovenstaande voeren de leerlingen tenminste één systeemontwikkelproject uit met kenmerken die recht doen aan de eigenheid van het havo. Deze kenmerken zijn:

- Het project vereist de inzet van ongeveer zes leerlingen. De omvang van de projectopdracht is daarmee in overeenstemming. Omvangindicaties worden in hoofdstuk 5 gegeven. Als gevolg hiervan is het noodzakelijk het project gestructureerd aan te pakken en de organisatie van de projectgroep goed te regelen. Daarnaast kan de noodzaak blijken gebruik te maken van schematechnieken die geen deel uitmaken van het kernprogramma met als doel het overzicht over de projectopdracht, -planning en -uitvoering te behouden.
- Er is sprake van een (bij voorkeur reële) opdrachtgever die een duidelijk beeld heeft van wat hij wenst. De leerlingen dienen zich op basis van verzoeken om informatie (mondeling of schriftelijk) aan de opdrachtgever dat beeld eigen te

maken. Als een andere groep leerlingen als opdrachtgever optreedt, kan daarmee voor deze leerlingen eindterm 17 verder verdiept worden.

- Het projectresultaat is een ICT-systeem met bijbehorende documentatie. De documentatie bevat onder andere aanbevelingen met betrekking tot ingebruikname en tot het toekomstige gebruik van het systeem.
- Het project wordt uitgevoerd volgens een gestructureerde aanpak met een projectstart, fasering, documentatie en een afsluiting van het project.
- Uitvoering van de projectopdracht vereist kennis en vaardigheden die in het kernprogramma geleerd worden.

Naast het project biedt het verdiepingsprogramma havo ruimte voor een eigen invulling door de school en/of de leerling. In hoofdstuk 7 komt een aantal voorbeelden aan de orde. Ook kan een school er voor kiezen delen uit het verdiepingsprogramma vwo onderdeel van het verdiepingsprogramma havo te maken.

Verdiepingsprogramma vwo

Het verdiepingsprogramma voor vwo-leerlingen kent in enkele subdomeinen een verdieping van de leerstof en daarmee een hoger niveau dan het kernprogramma. Door het toepassen van leerstof kan ook voor vwo-leerlingen verdieping geboden worden op de leerstof van enkele (sub)domeinen. In hoofdstuk 4 staat hieromtrent nadere informatie. Daarnaast komen ook in dit verdiepingsprogramma eindtermen 3, 4 en 18 aan bod. Het bovenstaande wordt gerealiseerd door middel van tenminste één systeemontwikkelpoject. Een project in het verdiepingsprogramma vwo kent de onderstaande kenmerken.

- Het project vereist de inzet van ongeveer vier leerlingen. In tegenstelling tot een havo-project ligt hier de nadruk niet op de veelheid van het projectwerk, maar op de moeilijkheidsgraad van de opdracht. Daartoe is het veelal noodzakelijk dat de groep onderzoek doet naar toepassing van de leerstof van het kernprogramma in niet-standaard situaties en/of onderzoek naar alternatieve methoden en technieken.
- Er is sprake van een (bij voorkeur reële) opdrachtgever die een duidelijk beeld heeft van wat hij wenst. De leerlingen dienen zich op basis van verzoeken om informatie (mondeling of schriftelijk) aan de opdrachtgever dat beeld eigen te maken. Als een andere groep leerlingen als opdrachtgever optreedt, kan daarmee voor deze leerlingen eindterm 17 verder verdiept worden.
- Het projectresultaat is een ICT-systeem met bijbehorende documentatie. De documentatie bevat onder andere aanbevelingen met betrekking tot ingebruikname en tot het toekomstige gebruik van het systeem.
- Het project wordt uitgevoerd volgens een gestructureerde aanpak met een projectstart, fasering, documentatie en een afsluiting van het project.
- Uitvoering van de projectopdracht vereist kennis en vaardigheden die in het kernprogramma en het verdiepingsprogramma vwo geleerd worden. Daarnaast kan de leerling opgedragen worden zich in het kader van het project zelfstandig leerstof eigen te maken. Het betreft hier niet zozeer leerstof met als doel het mentale model dat de leerling zich eigen gemaakt heeft uit te breiden, maar leerstof die meer instrumenteel van aard is. Bijvoorbeeld: wel een nieuwe programmeertaal, maar geen nieuw programmeerconcept of -paradigma.

Naast het project biedt het verdiepingsprogramma vwo ruimte voor een eigen invulling door de school en/of de leerling. In hoofdstuk 7 komt een aantal voorbeelden aan de orde. Ook kan een school er voor kiezen projecten uit het verdiepingsprogramma havo onderdeel van het verdiepingsprogramma vwo te maken.

De kenmerken van de projecten verschillen zodanig van elkaar dat een project uit het havo-programma ook voor een vwo-leerling toegevoegde waarde heeft.

Onderscheid havo – vwo

Ondanks het feit dat de eindtermen van het havo- respectievelijk vwo-programma amper van elkaar verschillen, bestaan er met name in de verdiepingsprogramma's toch verschillen, vooral met betrekking tot de inrichting van het project. Deze verschillen brengen het karakter van informatica op havo en vwo tot uitdrukking.

- Informatica op het havo is een vak waarin methoden en technieken uit de informatica op grote, maar tamelijk gestandaardiseerde situaties toegepast worden. In die zin kan informatica op het havo als 'ingenieursvak' beschouwd worden. Met de term 'ingenieursvak' wordt overigens niet bedoeld dat het vak per se een technische invulling krijgt. De moeilijkheid zit vooral in groepssamenwerking, de noodzaak een gestructureerde projectaanpak te kiezen en het behouden van overzicht.
- Informatica op het vwo is een vak waarin methoden en technieken uit de informatica op kleinere, maar minder gestandaardiseerde situaties toegepast worden en waar leerlingen onderzoek moeten doen naar aanvullingen op hetgeen ze geleerd hebben. In deze zin is informatica op het vwo meer 'onderzoeksvak' dan 'ingenieursvak'. De moeilijkheid zit vooral in de noodzaak buiten de leerstof te treden en daarnaast de noodzaak een gestructureerde projectaanpak te kiezen.

Om het onderscheid te verduidelijken bevat bijlage 2 een voorbeeld van een projectopdracht uit het verdiepingsprogramma voor havo en vwo.

3. Het centraal examen en het schoolexamen

Informatica kent geen centraal examen. Alle domeinen en eindtermen maken deel uit van het schoolexamen. Het betreft hier de onderstaande domeinen.

Domein A	Informatica in perspectief
Domein B	Basisbegrippen en vaardigheden
Domein C	Systemen en hun structurering
Domein D	Toepassingen in samenhang

Indien het bevoegd gezag daarvoor kiest, kunnen andere vakonderdelen toegevoegd worden die per leerling kunnen verschillen. Van deze vakonderdelen staat in hoofdstuk 7 een aantal voorbeelden.

4. De eindtermen van het schoolexamen

Dit hoofdstuk geeft een nadere invulling van de eindtermen van het schoolexamen. Bij elk domein wordt een globale doelstelling geformuleerd, die vervolgens in de specificatie van de eindtermen uitgewerkt wordt. In een aantal gevallen wordt gebruik gemaakt van formuleringen uit het huidige examenprogramma.

4.1 Domein A: Informatica in perspectief

De globale doelstelling van dit domein is leerlingen het besef bij te brengen dat informatica en ICT een breed perspectief kennen. Veel jongeren maken gebruik van ICT. Het belangrijkste toepassingsgebied voor hen is entertainment en communicatie en voor een enkeling gegevensopslag en de computer als snelle rekenaar. In dit domein leren leerlingen dat er andere toepassingsgebieden bestaan, dat ook ICT een historie kent waarvan ze in hun latere beroepspraktijk nog uitingen zullen zien en in welke rol ze in de beroepspraktijk met ICT in aanraking kunnen komen en wat daarbij vervolgens komt kijken.

Het domein kent vier subdomeinen en evenzoveel eindtermen. Alle subdomeinen maken alleen deel uit van het kernprogramma en kennen geen uitbreiding in de verdieppingsprogramma's. Deze eindtermen worden in het vervolg besproken.

Subdomein A1: Wetenschap en technologie

Eindterm 1: De kandidaat kan de geschiedenis van informatica en ICT, de huidige toepassingen ervan en de perspectieven van de jongste ontwikkelingen beschrijven.

De geschiedenis van informatica en ICT is relatief kort. Vanwege de snelle ontwikkelingen in het vakgebied is die korte geschiedenis rijk aan ontwikkelingen. Van belang is het besef dat technologie en concepten die nu als verouderd beschouwd worden, in sommige situaties nog steeds met succes toegepast worden en dat de historie van informatica en ICT soms de neiging kent zichzelf te herhalen. Nog steeds verzorgen mainframe-applicaties die in Cobol geschreven zijn belangrijke administratieve taken bij overheid en grote bedrijven. Een XML-database is net zoals de eerste generatie databases hiërarchisch van aard. Ook dient de leerling er op voorbereid te worden dat ICT in een organisatie niet altijd bij de tijd kan zijn. De overgang naar een nieuw besturingssysteem vergt bijvoorbeeld in een organisatie veel meer inspanning dan in de privé-omgeving.

De belangrijkste toepassingsgebieden van ICT zijn op moment van schrijven:

- Gegevensopslag, -verwerking en -presentatie ten behoeve van administratieve processen in bedrijven en andere organisaties.
- Besturing van apparatuur van DVD-spelers tot sluizen, gasputten en robots.
- Uitvoeren van complexe berekeningen in vooral wetenschappelijke omgevingen.

- (Niet-formele) communicatie tussen mensen onderling, tussen mensen en organisaties en tussen organisaties onderling.
- Het creëren van belevingservaringen, bijvoorbeeld in de vorm van computergames of 3D-visualisaties.

De leerling wordt in het *kernprogramma* geacht deze toepassingsgebieden te herkennen en onderkennen. De *verdiepingsprogramma's* kennen geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein A2: Maatschappij

Eindterm 2: De kandidaat kan beschrijven wat de rol is van informatica en ICT bij maatschappelijke ontwikkelingen zowel in het verleden als nu.

Dat informatica en ICT een grote rol gespeeld hebben bij maatschappelijke ontwikkelingen staat buiten kijf. De leerling wordt in het *kernprogramma* geacht een beschrijving te kunnen geven van:

- hoe in het verleden administratieve processen in bedrijven en organisaties zonder ICT uitgevoerd werden en de invloed van ICT op de uitvoering van deze administratieve processen
 - hoe besturing van apparatuur in het verleden zonder ICT-middelen – vaak met de hand – plaats vond, welke consequenties ICT heeft voor apparaatbesturing en voorbeelden van apparaten die niet zonder ICT kunnen bestaan
 - hoe wetenschappelijke berekeningen in het verleden gedaan werden zonder ICT en welke mogelijkheden ICT hier gecreëerd heeft
 - welke invloed ICT heeft op de snelheid en wijze van (niet-formele) communicatie tussen mensen onderling, tussen mensen en organisaties en tussen organisaties onderling
 - hoe ICT het dagelijks leven en de vrije tijdsbesteding beïnvloed heeft.
- De *verdiepingsprogramma's* kennen geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein A3: Studie en beroepsomgeving

Eindterm 3: De kandidaat kan vakspecifieke functies en taken beschrijven waarin informatici en ICT'ers werkzaam zijn en de rol van informatica/ICT bij vervolgopleidingen en beroepen in het algemeen. Hij kan inschatten in hoeverre de eigen capaciteiten en interesses hiermee overeenkomen.

De belangrijkste (beroeps)rollen met betrekking tot informatica en ICT laten zich globaal als volgt omschrijven:

- de gebruiker gebruikt ICT-middelen bij de uitoefening van zijn beroepstaken en bij andere bezigheden (bij vrije tijdsbesteding, als consument)
- de opdrachtgever verstrekt opdrachten om systemen te ontwikkelen of in gebruik te nemen
- de ICT'er is werkzaam in het vakgebied informatica in de rol van opdrachtnemer.

Gebruiker en opdrachtgever zijn doorgaans geen ICT'ers. Daarnaast kan een ICT'er op zijn beurt opdrachtgever zijn van een 'onderaannemer', mogelijk in het buitenland gevestigd (de zogenaamde offshore outsourcing).

De meeste niet-informatica vervolgopleidingen maken gebruik van ICT ter ondersteuning van onderwijs en onderzoek. In het algemeen betreft het hier gebruik van (al dan niet specifieke) toepassingspakketten en informatieontsluiting uit databases. In een enkel geval schrijft de student zijn eigen toepassingspakket.

De vervolgoopleidingen op informaticagebied zijn ruwweg in te delen in:

- bedrijfskundig georiënteerde opleidingen, zoals Bedrijfskundige Informatica in het hbo en mastersvarianten als Business & ICT in het wo
- opleidingen die zich richten op het ontwikkelen van (soms complexe) software- en informatiesystemen, zoals Informatica in het hbo en in het wo
- technisch georiënteerde opleidingen, zoals Technische Informatica in het hbo en mogelijk Informatica in het wo
- opleidingen die zich richten op de communicatie- en entertainmentfuncties van ICT, zoals Communicatie & Multimediadesign in het hbo
- opleidingen die zich richten op informatieontsluiting in het algemeen, zoals Informatie- en Dienstverleningsmanagement in het hbo.

Bij het *project in de verdiepingsprogramma's* ervaart de leerling de verschillen tussen de gebruikersrol, de rol van opdrachtgever en de informaticus/ICT'er in de rol van opdrachtnemer. Door de noodzaak het project gestructureerd aan te pakken maakt de leerling kennis met enkele vakspecifieke taken van informatici/ICT'ers. Andere vakspecifieke taken komen in de domeinen B en C aan de orde. Tenslotte geeft de leerling als onderdeel van de individuele projectrapportage een beschouwing over zijn inzichten en voorkeuren met betrekking tot gebruik van ICT in beroep en vervolgopleiding.

Subdomein A4: Individu

Eindterm 4: De kandidaat beheerst de vakspecifieke werkwijzen van informatici en ICT'ers, met name het werken in projectverband. Hij kan beschrijven welke normen en waarden bij gebruik van informatica/ICT een rol spelen.

Systemen worden in het algemeen ontwikkeld of gewijzigd in de vorm van een project. Activiteiten op het terrein van systeembeheer maken veelal deel uit van beheersprocessen. Dat laatste maakt geen deel uit van het examenprogramma. Binnen een ICT-project wordt in veel gevallen een vaste methode toegepast die op zijn beurt ondersteund wordt met technieken. Een methodiek is een verzamelnaam voor methoden met vergelijkbare karakteristieken. Bij systeemontwikkeling is er sprake van watervalmethoden, incrementele methoden, iteratieve methoden, evolutionaire methoden en combinaties hiervan. Het schoolexamen kent enkel de watervalmethodiek. Daar er in de formulering van de eindterm sprake is van beheersing van vakspecifieke werkwijzen, dient de leerling in staat te zijn een *project in de verdiepingsprogramma's* tot uitvoer te brengen. Daarbij wordt de volgende (waterval)fasering gehanteerd:

- (opstarten project en projectdefinitie; is onderdeel van projectaanpak)
- analyse met als resultaat een advies aan de opdrachtgever en veelal voorzien van specificaties van een te ontwikkelen systeem
- functioneel ontwerp (of globaal ontwerp)
- technisch ontwerp (of detailontwerp)
- realisatie
- acceptatie door de opdrachtgever
- (afsluiten project; is onderdeel van projectaanpak).

De benodigde vakspecifieke technieken komen aan de orde in de domeinen B en C. Daarnaast dient een ICT'er te beschikken over algemene vaardigheden op het gebied van samenwerken met vakcollega's en gebruikers. In het bijzonder dient hij in staat te zijn met zijn gesprekspartner (opdrachtgever, gebruiker, collega of leverancier) op

efficiënte wijze te communiceren. Zie daartoe onder andere de beschrijving van het examen Nederlands. Samenwerkingsvaardigheden komen aan bod in de projecten van de *verdiepingsprogramma's*.

Normen en waarden bij het gebruik van informatica/ICT hebben onder andere betrekking op:

- de notie dat persoonsgegevens wettelijke bescherming kennen onder de Wet Bescherming Persoonsgegevens
- het besef dat het bezit van illegale kopieën van software niet toegestaan is
- het besef dat hacking (inzien van vertrouwelijke gegevens) vaak en cracking (illegaal wijzigen van gegevens) altijd strafbaar is onder de Wet op de Computercriminaliteit
- het bestaan van netiquette-afspraken ten aanzien van communicatie tussen mensen met behulp van ICT
- de notie dat kopiëring van content die op het Internet en elders beschikbaar is zonder bronvermelding gelijk staat aan plagiaat
- de notie dat het doelbewust verspreiden van virussen en/of het plegen van zogenaamde denial of service-attacks aanzienlijke schade kan veroorzaken en daarom moreel en wettelijk niet verantwoord is.

Leerlingen worden geacht als onderdeel van het *project in de verdiepingsprogramma's* bij hun systeem invoeringsdocumentatie te schrijven. Dit document bevat onder andere aanbevelingen en voorschriften met betrekking tot het gebruik van het systeem. In dit invoeringsdocument geven de leerlingen onder meer aan wat er (ethisch, wettelijk of anderszins) wel en niet veroorloofd is bij gebruik van het systeem, hoe groot het gevaar is dat er op ongeoorloofde wijze van het systeem gebruik gemaakt wordt en hoe dat op ethisch verantwoorde wijze te voorkomen is.

4.2 Domein B: Basisbegrippen en vaardigheden

4.3 Domein C: Systemen en hun structurering

De domeinen B en C kennen een sterke relatie tot elkaar en worden daarom in één paragraaf beschreven. Beide domeinen omvatten tezamen de kennis en vaardigheden om geautomatiseerde informatiesystemen te kunnen ontwikkelen met inbegrip van de benodigde infrastructuur. In het kernprogramma is sprake van eenvoudige databasesystemen. De te ontwikkelen systemen in de projecten van de verdiepingsprogramma's kennen hun eigen moeilijkheidsniveau, zoals in hoofdstuk 2 beschreven is, en hoeven zich niet tot databasesystemen te beperken.

De kwalificatie 'eenvoudig' kan als volgt worden uitgelegd:

- het aantal systeemfuncties is beperkt tot ongeveer vier. Eén van deze functies verzorgt de invoer en opslag van gegevens, de andere functies verzorgen de uitvoer van informatie op basis van de opgeslagen gegevens
- de relationele database bevat ongeveer vier tabellen
- het systeem is geheel of gedeeltelijk geschikt voor gebruik via het Internet en/of mobiele communicatiemedia.

De bepaling van de benodigde infrastructuur bevat de volgende onderdelen:

- bepalen welke ICT-componenten er benodigd zijn
- inventariseren welke besturingssystemen er beschikbaar zijn en daaruit een keuze maken op basis van specifieke kenmerken
- inventariseren van mogelijkheden computers met elkaar en met Internet te verbinden – al dan niet draadloos - en een keuze maken voor deze verbindingen
- voorzieningen treffen met betrekking tot de beveiliging van gegevens en systemen.

In de projecten van de verdiepingsprogramma's kunnen omvangrijkere systemen aan bod komen.

Met deze doelstelling in het achterhoofd kunnen de eindtermen uit deze domeinen als volgt gespecificeerd worden.

Subdomein B1: Gegevensrepresentatie in een computer

Eindterm 5: De kandidaat kan gangbare digitale coderingen van gegevens beschrijven en toepassen.

Gegevensopslag, -transport en -verwerking kunnen alleen plaatsvinden door de betreffende gegevens digitaal, dat wil zeggen in nullen en enen, te coderen. Daartoe bestaat een aantal coderingsschema's en -systemen. Letters, cijfers en leestekens worden gecodeerd met behulp van coderingsschema's als ASCII en Unicode. Getallen worden rechtstreeks naar bits gecodeerd en datums worden naar getallen gecodeerd. Multimediale gegevens kennen eigen coderingsschema's en worden doorgaans gecomprimeerd.

Het *kernprogramma* bevat enkele coderingssystemen voor letters, cijfers en leestekens, voor getallen, voor datums en voor geluid, beeld en film. De *verdiepingsprogramma's* kennen met betrekking tot deze eindterm geen aanvullende specificatie.

Subdomein B2: Hardware

Eindterm 6: De kandidaat kan de functies van een computer benoemen, aangeven welke hardware en bijbehorende gangbare randapparatuur deze functies uitvoeren en de wisselwerking tussen deze functies beschrijven.

Met betrekking tot deze eindterm volstaat het de basiscomponenten en -functies van een computer en gangbare randapparatuur te kennen. Basisfuncties zijn:

- invoer van gegevens
- opslag van gegevens, zowel in interne als externe geheugens
- verwerking van gegevens
- uitvoer en presentatie van gegevens en andere communicatieuitingen.

Basiscomponenten zijn:

- processor
- bussen
- intern, extern en cachegeheugen
- invoermedia
- uitvoermedia.

In het *kernprogramma* is het afdoende als leerlingen in staat zijn een specificatie van een computer, randapparatuur en hun componenten, zoals die in advertentieteksten van leveranciers te vinden zijn, te begrijpen en met elkaar te vergelijken. In het *project van de verdiepingsprogramma's* kan specificatie van de benodigde hardware bij ingebruikname van het betreffende ICT-systeem deel uit maken van de invoeringsdocumentatie. Verder kennen de verdiepingsprogramma's met betrekking tot deze eindterm geen aanvullende specificatie.

Subdomein B3: Software

Eindterm 7: De kandidaat beheerst eenvoudige datatypen, programmastructuren en programmeertechnieken.

In het *kernprogramma* wordt leerlingen opgedragen programmatuur te ontwikkelen die noodzakelijk is om de functionaliteit van een eenvoudige webapplicatie vorm te geven. Een eenvoudige webapplicatie bevat tenminste een functie ten behoeve van de invoer van gegevens en tenminste een functie ten behoeve van de presentatie van de opgeslagen gegevens, al dan niet in bewerkte vorm (gesorteerd, gegroepeerd of geaggregeerd). De daartoe benodigde programmeertaal of -talen beschikken over de volgende mogelijkheden:

- een connectie leggen met een database
- databaseinstructies kunnen opmaken en aanbieden aan het databasemanagementsysteem
- het resultaat van een selectie-opdracht op de database kunnen verwerken. Hiertoe beschikt de programmeertaal onder andere over herhalings- en keuzemogelijkheden
- de opmaak van een (dynamische) webpagina met in- en uitvoermogelijkheden verzorgen.

De scriptingtalen voor webapplicaties die tegenwoordig gangbaar zijn, beschikken over genoemde mogelijkheden en zijn daarmee voldoende geschikt. Voor wat betreft de opmaak van een webpagina voldoet HTML.

Daarnaast bevat het kernprogramma een introductie op object georiënteerd programmeren. Uit dit programmeerparadigma beheersen de leerlingen de onderstaande begrippen:

- object
- objectklasse
- attributen en methoden.

Leerlingen kunnen deze begrippen toepassen bij de ontwikkeling van een object georiënteerd of visueel programma. Met laatstgenoemd begrip wordt een programma bedoeld met een grafische user interface. Deze interface bevat schermobjecten als knoppen, invulvelden, selectievelden, enzovoorts. De schermobjecten kennen attributen zoals plaats, kleur en opschrift en methoden die usevents afhandelen. In het kernprogramma voldoet het dat leerlingen het objectbegrip kunnen verbinden met schermobjecten en een visueel programma kunnen schrijven.

In het *verdiepingsprogramma* vwo leren de leerlingen bovendien:

- een OO-programma te schrijven met logische objecten (die enkel in het geheugen van de computer staan en niet als schermobject zichtbaar zijn)
- collectieobjecten in het programma te gebruiken. Collectieobjecten zijn objecten die bestaan uit een verzameling van andere objecten, zoals de array en de arraylist (Java).

Daarnaast leren vwo-leerlingen 'netjes' te programmeren. Hiermee wordt bedoeld dat deze leerlingen in een (OO-)taal leren programmeren die tenminste variabeletypering afdwingt. De programmeertaal uit het kernprogramma hoeft deze eigenschap niet noodzakelijk te bezitten. Als gevolg van het voorgaande verdient het aanbeveling havo-leerlingen die opteren voor de hbo-opleidingen Informatica en Technische Informatica ook dit verdiepingsprogramma aan te bieden.

Tenslotte biedt het *project in de verdiepingsprogramma's* de gelegenheid het bovenstaande in een praktische context toe te passen.

Subdomein B4: Organisaties

Eindterm 8: De kandidaat kent globaal de organisatiestructuren van bedrijven. Hij kent de kenmerken van een projectorganisatie en kan aangeven waarom bij grote wijzigingen van het informatiesysteem in een bedrijf vaak voor een projectorganisatie wordt gekozen.

De leerling wordt in het *kernprogramma* geacht te weten dat (bijna) elke organisatie een lijnstructuur kent. Ontwerpcriteria voor de inrichting van de lijnstructuur maken geen deel uit van het schoolexamen. Vervolgens kent de leerling de volgende kenmerken van een project:

- een project kent een welomschreven doel
- een project omvat een eenmalige activiteit en is daarom zelf eenmalig van karakter
- een project kent veelal een gestructureerde aanpak
- aan een project worden een zekere hoeveelheid middelen toegewezen
- een project wordt uitgevoerd door een projectgroep met een projectleider en aangestuurd door een stuurgroep
- de stuurgroep is opdrachtgever en de projectgroep is opdrachtnemer
- de samenstelling van een projectgroep is veelal multidisciplinair. De leden van de groep zijn afkomstig uit de verschillende afdelingen van het bedrijf.

Op basis van deze kenmerken kan een leerling aangeven waarom veelal sprake is van een project bij de ontwikkeling of grootscheepse wijziging van het informatiesysteem van een bedrijf.

De *verdiepingsprogramma's* kennen geen aanvulling op deze specificatie met dien verstande dat enkele kenmerken van projecten in het project aan de orde komen, met name projectdoelstelling, gestructureerde aanpak en aansturing van het project.

Subdomein C1: Communicatie en netwerken

Eindterm 9: De kandidaat kan de topologische structuur en de communicatielagen van een netwerk benoemen en de bijbehorende kenmerken beschrijven. Ook kan hij een eenvoudig communicatieprotocol beschrijven en de elementen ervan onderscheiden. Tevens heeft hij zicht op aspecten van internetbeveiliging.

Data en andere communicatie door middel van computernetwerken worden geregeld door middel van communicatieprotocollen. Een protocol richt zich doorgaans op een van de communicatielagen, die in een referentiemodel beschreven worden. Bekende protocollen zijn onder andere SMTP, POP, TCP, IP en het Ethernetprotocol. Elk van deze protocollen richt zich op een andere communicatielaag en heeft daarmee een andere functie. In het *kernprogramma* leert de leerling het bestaan van communicatieprotocollen, hun functie en het concept van de stapeling van protocollen (de gelaagdheid). Het is voldoende dat een leerling de communicatie volgens protocollen tussen twee direct met elkaar verbonden computers kan beschrijven.

De leerling kent verder de volgende topologische structuren: ster, bus en ring. Bovendien kent de leerling het onderscheid tussen lokale en interlokale netwerken (LAN en WAN). De leerling kent de functie van enkele netwerkcomponenten, waaronder tenminste het modem en de router. Tenslotte kent de leerling manieren om netwerkverkeer te beveiligen. Kennis van afzonderlijke encryptiealgoritmen is niet noodzakelijk. Wel kent de leerling het onderscheid tussen symmetrische en asymmetrische algoritmen en de voor- en nadelen die aan beide soorten encryptiealgoritmen verbonden zijn.

In het *project van de verdiepingsprogramma's* bevat de invoeringsdocumentatie ten aanzien van dit subdomein een specificatie van de benodigde netwerk-infrastructuur en netwerkbeveiligingsmaatregelen. Hierbij is het voldoende aan te geven welke netwerkcomponenten noodzakelijk zijn om de functionaliteit van het betreffende ICT-systeem via een (inter)lokaal netwerk aan te bieden en hoe deze componenten met elkaar verbonden zijn. Nadere technische specificaties van deze componenten zijn niet noodzakelijk. De verdiepingsprogramma's kennen daarnaast geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein C2: Besturingssystemen

Eindterm 10: De kandidaat kan van gangbare besturingssystemen de basisfuncties beschrijven met betrekking tot het beheer van de processortijd, het werkgeheugen, de dataopslagmedia, de randapparatuur en de toegangsrechten.

De leerling leert in het *kernprogramma* de genoemde basisfuncties van een besturingssysteem en om twee besturingssystemen te vergelijken op de volgende kenmerken:

- het aantal gelijktijdig uit te voeren taken
- het aantal gelijktijdig te bedienen gebruikers
- de licentiekosten en de kosten van het beheer
- de wijze waarop beveiliging geregeld is.

Selectie van een besturingssysteem maakt deel uit van de invoeringsdocumentatie bij het *project in de verdiepingsprogramma's*. Daarnaast kennen de verdiepingsprogramma's geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein C3: Systemen in de praktijk

Eindterm 11: De kandidaat kan de kenmerken van en verschillen tussen real-time systeem, kennissysteem, simulatiesysteem en embedded systeem benoemen.

Ten aanzien van deze eindterm is het in het *kernprogramma* voldoende dat een leerling op grond van een probleembeschrijving in staat is aan te geven welk van de genoemde soorten systemen ingezet kan worden.

Het ontwikkelen van een systeem uit een van de genoemde categorieën kan deel uit maken van het (project in het) *verdiepingsprogramma vwo*. Daarbij kunnen de volgende kanttekeningen gemaakt worden:

- ontwikkeling van een real-time systeem vergt in veel gevallen aanvullingen op programmeerelementen ten opzichte van de leerstof bij subdomein B3: Software
- ontwikkeling van embedded systemen vergt veelal andere programmeertalen dan die bij subdomein B3 genoemd worden
- ontwikkeling van kennissystemen kan in het vwo-programma slechts beperkt blijven tot zogenaamde rule-based systemen. Dit zijn systemen waar kennis in de vorm van vaste beslissingsregels gecodeerd is. Andere vormen van kennissystemen zijn zelflerende systemen. Het voert te ver om laatstgenoemde systemen onderdeel te maken van het verdiepingsprogramma vwo, tenzij ze als projectopdracht gekozen worden of als afzonderlijke module in de vrije ruimte aangeboden worden
- simulatiesystemen lenen zich goed voor object georiënteerde modellering. OO-talen zijn in het verleden voortgekomen uit de noodzaak simulatiesoftware te ontwikkelen.

Het *verdiepingsprogramma havo* kent geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein C4: Informatiesysteemontwikkeling

Eindterm 12: De kandidaat kan globaal de fasering van een systeemontwikkeltraject beschrijven met de te verrichten activiteiten en producten.

Binnen een ICT-project wordt in veel gevallen een vaste methode toegepast die op zijn beurt ondersteund wordt met technieken. Een methodiek is een verzamelnaam voor methoden met vergelijkbare karakteristieken. Bij systeemontwikkeling is er sprake van watervalmethoden, incrementele methoden, iteratieve methoden, evolutionaire methoden en combinaties hiervan. Het schoolexamen bevat enkel de watervalmethodiek. In het *kernprogramma* is de leerling in staat de kenmerken van een watervalmethode te beschrijven. Bovendien kent hij de gebruikelijke fasering met de activiteiten en producten die na afloop van een fase opgeleverd worden. Deze fasering ziet er als volgt uit.

- (opstarten project en projectdefinitie; is onderdeel van projectaanpak)
- analyse met als resultaat een advies aan de opdrachtgever, desgewenst voorzien van specificaties van een te ontwikkelen systeem
- functioneel ontwerp (of globaal ontwerp)
- technisch ontwerp (of detailontwerp)
- realisatie
- acceptatie door de opdrachtgever
- (afsluiten project; is onderdeel van projectaanpak).

Desgewenst kunnen informatieplanning en implementatie van het systeem aan de fasering toegevoegd worden.

De leerling dient in staat te zijn een watervalmethode in het *project van het verdiepingsprogramma* toe te passen.

Subdomein C5: Informatiestromen

Eindterm 13: De kandidaat kan informatiestromen beschrijven in een kleine organisatie.

Ten behoeve van de ontwikkeling van een geautomatiseerd informatiesysteem is het noodzakelijk een beeld te verkrijgen van de huidige informatievoorziening. Daartoe dienen de informatiestromen in een organisatie in kaart gebracht te worden. Nieuwe informatiestromen dienen gespecificeerd te worden. In eenvoudige gevallen is het voldoende een informatiestroom tekstueel te beschrijven door zijn herkomst en bestemming te noemen en een omschrijving te geven van de samenstelling van de informatie. Ten behoeve van dat laatste kan men goed gebruik maken van bestaande (papieren) informatiedragers zoals memo's, formulieren, bonnen en e-mailberichten. In complexere situaties kan het noodzakelijk zijn een schematechniek als DataFlow Diagrammen of een van de UML-technieken te hanteren.

Met een kleine organisatie wordt in deze context een organisatie bedoeld waarin het aantal formele informatiestromen beperkt is tot ongeveer vijf. Onder een kleine organisatie kan ook een onderdeel van een grotere organisatie gerekend worden met een tamelijk zelfstandige functie.

In het *kernprogramma* is de tekstuele beschrijving van de informatiestromen afdoende. In het *project van de verdiepingsprogramma's* kan het noodzakelijk zijn informatiestromen in een organisatie te beschrijven. Door toepassing van de leerstof uit dit domein wordt verdieping geboden op de genoemde eindtermen. In een havo-project kunnen de informatiestromen zo talrijk en/of met elkaar verweven zijn, dat toepassing van een schematechniek als dataflow diagrammen noodzakelijk is. Daarnaast kennen de verdiepingsprogramma's geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein C6: Informatieanalyse

Eindterm 14: De kandidaat kan informatie en informatiebehoefte analyseren en het bijbehorende informatiemodel bouwen/aanpassen.

Het ontwerp van een informatiemodel vindt plaats aan de hand van de resultaten van een analyse van de benodigde informatie in een organisatie. Daartoe dienen de informatiestromen in kaart gebracht te worden. Vervolgens worden doorgaans veranderingen in deze informatiestromen voorgesteld. Aan de hand van de nieuwe situatie vindt er een informatieanalyse plaats met als resultaat een informatiemodel.

Bij informatiemodellering wordt er meestal een techniek toegepast. Het vakgebied kent meerdere modelleringstechnieken, die elk hun eigen sterkte en zwakte kennen. In de huidige onderwijspraktijk worden Entiteit Relatie Modellering en FCO-IM toegepast. Karakteristieken van beide technieken zijn:

- Entiteit Relatie Modellering wordt veel toegepast en kent een relatie met de notatiewijze voor klassediagrammen in UML. Twee informatieanalisten die dezelfde informatiebehoefte met behulp van ERM modelleren kunnen tot verschillende modellen komen. ERM sluit sterk aan bij de relationele denkwijze. Omzetting van een ERM-model naar een relationele database is niet moeilijk.

- FCO-IM wordt in specifieke situaties met veel succes toegepast en kent een eigen begrippenapparatuur en notatiewijze die elders weinig weerklank vindt. De informatiemodellen die met deze techniek gemaakt zijn bevatten meer meta-informatie dan ERM-modellen. FCO-IM kent een vast stappenplan. Als twee informatieanalisten dezelfde informatiebehoefte met behulp van FCO-IM modelleren, zijn beide resultaten gelijk. Informatiemodellen kunnen – met enige moeite – naar een relationele database omgezet worden.

In aanvulling op de formulering van de eindterm wordt de leerling geacht een informatiemodel naar een relationeel schema te kunnen omzetten. Deze aanvulling is noodzakelijk om aan de doelstelling van deze domeinen te kunnen voldoen.

Informatiemodellering in het *kernprogramma* blijft beperkt tot situaties die leiden tot een informatiemodel met ongeveer vier entiteitstypen/objecttypen. Het informatiemodel bevat geen constructies die ontstaan bij het modelleren van complexe hiërarchische en netwerkstructuren als familiestambomen, stratenplannen, leidingnetten, enzovoorts. Toepassing van ERM is hier voldoende, maar FCO-IM is niet uitgesloten.

Het *verdiepingsprogramma vwo* voor dit subdomein is optioneel. In plaats van dit onderdeel kan een school besluiten de gereserveerde studiebelastinguren van het verdiepingsprogramma aan subdomein B3: Software te besteden. In het verdiepingsprogramma vwo leert de leerling hiërarchische en netwerkstructuren te modelleren (zie voorbeelden hierboven). Daartoe kan FCO-IM gebruikt worden, omdat zonder verwoording genoemde informatiestructuren tamelijk ondoorzichtig kunnen zijn, als gevolg waarvan entiteitstypen/objecttypen niet zonder meer herkenbaar zijn.

In het *project van de verdiepingsprogramma's* kan het noodzakelijk zijn genoemde technieken toe te passen in een praktische context. Deze toepassing biedt verdieping van genoemde eindterm.

Subdomein C7: Relationele databases

Eindterm 15: De kandidaat kan de elementen van een relationeel schema benoemen en de betekenis van de elementen beschrijven en een informatiebehoefte omzetten in een opdracht in een vraagtaal voor een relationele database.

Aanvulling vwo: Hij kan de kenmerken en aspecten van databasemanagementsystemen beschrijven en voor specifieke systemen benoemen en gebruiken.

Elementen van een relationeel schema zijn:

- tabel, rij, kolom, gegevenswaarde
- primaire sleutel, refererende (vreemde) sleutel
- de waarde NULL
- existentiële integriteit en referentiële integriteit.

Deze termen maken deel uit van het *kernprogramma*. Andere elementen maken geen deel uit van het schoolexamen. De terminologie met relaties en tupels maakt evenmin deel uit van het schoolexamen.

Een informatiebehoefte omzetten naar een vraaginstructie voor een relationele database vereist kennis van de vraagtaal SQL. De instructie SELECT voorziet in gevraagde functionaliteit.

In het *kernprogramma* leert de leerling de onderstaande onderdelen van een SELECT-instructie:

- selectie kolommen in tabellen (SELECT)
- selectie van tabellen (FROM)
- selectievoorwaarden op rijen (WHERE)
- groepering van rijen (GROUP BY)
- selectievoorwaarden op groepen van rijen (HAVING)
- joins over meer dan één tabel
- subqueries.

In aanvulling op de formulering van de eindterm kent de leerling in het *kernprogramma* de INSERT-instructie uit SQL met als reden dat het zonder deze instructie niet goed mogelijk is een invoerfunctie voor een (web)applicatie te bouwen.

Voor vwo-leerlingen kent deze eindterm een aanvulling. Realisatie van deze aanvulling vindt plaats in het *verdiepingsprogramma vwo*. Met kenmerken en aspecten van databasemanagementsystemen worden in het huidige examenprogramma functies bedoeld ten behoeve van onder andere datadefinitie, beveiliging en afhandeling van databasetransacties.

Datadefinitie heeft betrekking op de creatie, wijziging en verwijdering van tabellen en indexering. Beveiliging in deze context betreft toewijzing van rechten aan gebruikers en applicaties op gegevenselementen in de database. Databasetransacties verzorgen gecombineerde gegevensmutaties over meerdere tabellen. Een professioneel relationeel databasemanagementsysteem kent voorzieningen om er voor te zorgen dat een databasetransactie te allen tijde volledig uitgevoerd wordt. Datadefinitie, beveiliging van opgeslagen gegevens en databasetransacties maken deel uit van dit verdiepingsprogramma.

Toepassing van het bovenstaande is mogelijk in het *project van de verdiepingsprogramma's*.

Subdomein C8: Interactie mens-machine

Eindterm 16: De kandidaat kan mens-machine interactie bij informatiesystemen herkennen, de kenmerken ervan benoemen en keuzecriteria in het ontwerp van gebruikersdialogen benoemen en hanteren.

De kwaliteit van de dialoog tussen gebruiker en geautomatiseerd informatiesysteem is een kritische succesfactor in de acceptatie en het gebruik van een informatiesysteem door zijn gebruikers. De mogelijkheden op dit terrein zijn in de loop der tijd aanzienlijk uitgebreid. Standaard is tegenwoordig een grafische user interface al dan niet voorzien van beeld en geluid.

Voor de vormgeving van een dergelijke user interface bestaan er richtlijnen met betrekking tot kleurgebruik, omvang, plaats en naamgeving van besturingselementen en van te presenteren gegevenselementen, lettertypen en lay-out. Daarnaast kent een geautomatiseerd informatiesysteem een dialoogstructuur. Deze structuur dient zo goed mogelijk aan te sluiten bij het gebruik van het informatiesysteem, in het bijzonder: een gebruikerstaak kunnen uitvoeren zonder overbodige menukeuzen en schermen te doorlopen.

In het *kernprogramma* wordt de leerling geacht een mens-machine interface van een bestaand systeem (bijvoorbeeld door andere leerlingen ontwikkeld) te beoordelen en verbeteradviezen te formuleren. In het *project van de verdiepingsprogramma's* ontwikkelen leerlingen een ICT-systeem. Elk ICT-systeem bevat een mens-machine interface. Daarom wordt in het project op deze eindterm verdieping geboden. De verdiepingsprogramma's kennen daarnaast geen aanvulling op deze specificatie.

Subdomein C9: Systeemontwikkelingstraject

Eindterm 17: De kandidaat kan van een eenvoudig systeemontwikkelingstraject de voortgang beoordelen, een prototype testen, controleren of het eindproduct aan de specificaties van de opdrachtgever voldoet en beoordelen of het systeem aan de eisen en wensen voldoet vanuit het perspectief van de gebruiker.

De in deze eindterm genoemde activiteiten worden vaak ten uitvoer gebracht door een stuurgroep in een project. In het *kernprogramma* worden deze activiteiten geoefend door middel van een casus. Deze casus bevat de documentatie over de uitvoering van een eenvoudig systeemontwikkeltraject. Een systeemontwikkeltraject is eenvoudig te noemen indien er sprake is van ongeveer vier systeemfuncties. De casusdocumentatie bestaat uit:

- de projectdefinitie en projectplanning
- een beschrijving van de specificaties van het systeem
- ontwerpdocumentatie
- het systeem zelf
- een overzicht van de ureninzet van teamleden per projectfase
- de data waarop projectfasen afgesloten zijn.

Aan de hand van deze documentatie schrijft een groep leerlingen een evaluatierapport met als inhoud:

- een beoordeling van de voortgang van het project
- een overzicht van alle geconstateerde systeemfouten
- een evaluatie waarin beoordeeld wordt in hoeverre het systeem overeenstemt met de specificaties
- een evaluatie van het gebruiksgemak.

In het *project van de verdiepingsprogramma's* kan er voor gekozen worden een groep leerlingen op te laten treden als stuurgroep van een andere groep leerlingen. Een projectgroep legt bovengenoemde documenten op gezette tijden voor aan haar stuurgroep en licht ze mondeling toe. De stuurgroep geeft globaal een terugkoppeling aan de projectgroep. Het evaluatierapport van de stuurgroep na afloop van het project telt mee in de beoordeling van het project.

4.4 Domein D: Toepassingen in samenhang

Dit domein kent één eindterm die als volgt luidt.

Eindterm 18: De kandidaat kan de methoden en technieken van projectmanagement en projectmatige aspecten van systeemontwikkeling beschrijven.

Deze handreiking stelt dat bovengenoemde eindterm en de eindtermen 3 en 4 behaald kunnen worden door een groep leerlingen in hun *verdiepingsprogramma* een systeemontwikkelingsproject projectmatig te laten uitvoeren. Bovendien biedt de voorgestelde opzet van het project de gelegenheid verdieping te bieden op een aantal

andere eindtermen. Doel van dit project is in hoofdzaak in samenwerking met een groep medeleerlingen op gestructureerde wijze een ICT-systeem te ontwikkelen.

Het projectmatige karakter komt tot uiting door de volgende activiteiten te verrichten:

- opstellen projectdefinitie, identificeren opdrachtgever, formuleren projectresultaat en opstellen projectorganisatie
- opstellen projectplanning met daarin de achtereenvolgens uit te voeren taken, uitgezet in de tijd en toegewezen aan leden van de projectgroep en de op te leveren (tussen)producten
- formuleren gebruik van ICT-voorzieningen bij projectplanning en -uitvoering
- vastleggen wijze en frequentie van communicatie tussen de projectleden onderling en met zijn stuurgroep
- beschrijven hoe om te gaan met problemen waarin het plan niet voorziet.

De projectfasering wordt bij eindterm 4 beschreven. Het project wordt afgesloten met een projectevaluatie door de projectgroep, waarin het projectresultaat beoordeeld wordt door de projectgroep en waarin de projectgroep haar werkwijze onder de loep neemt en verbeterpunten voor de toekomst formuleert. Bovendien schrijft elk groepslid een persoonlijke evaluatie met daarin zijn bevindingen, zijn bijdrage aan het eindproduct en wat hij in het project geleerd heeft. De beschouwing over eigen mogelijk- en onmogelijkheden zoals beschreven bij eindterm 3 maakt deel uit van het persoonlijk evaluatieverslag.

Projectopdracht

De keuze van de projectopdracht is vrij, mits er sprake is van ontwikkeling van een ICT-systeem en de opdracht voldoet aan de kwalificaties uit hoofdstuk 2 van deze handreiking. Voorbeelden van categorieën ICT-systemen zijn:

- databasesystemen
- de categorieën systemen die in eindterm 11 genoemd worden: real-time systemen, kennissystemen, simulatiesystemen, embedded systemen
- multimediapresentaties
- computergames.

Het is niet noodzakelijk dat een projectgroep zich tot slechts één categorie beperkt. Veelal komen genoemde categorieën systemen in combinatie met elkaar voor.

Een nadere handreiking, met betrekking tot de omvang en complexiteit van een projectopdracht ten opzichte van wat in hoofdstuk 2 en bijlage 2 beschreven is, is moeilijk te geven. In de beroepspraktijk bestaat wel een aantal meetgrootheden waarmee de complexiteit van een projectopdracht uitgedrukt kan worden (waaronder functiepuntanalyse), maar het voert te ver om die in deze handreiking te gebruiken. Het aantal systeemfuncties geeft wel een indicatie van de omvang van de opdracht. Echter, de ontwikkeling van de ene systeemfunctie kan (veel) meer inspanning kosten dan de ontwikkeling van een andere.

Naast de ontwikkeling van een ICT-systeem maakt het opstellen van invoeringsdocumentatie deel uit van de projectopdracht. In dit document geeft de projectgroep, afhankelijk van het soort systeem dat ontwikkeld is, antwoord op vragen als:

- Hoe verandert de werkwijze van de gebruikers als gevolg van de invoering van het systeem? Wat verwacht de projectgroep van de acceptatie van het systeem door de gebruikers?
- Welk gebruik van het systeem is niet geoorloofd? Hoe groot is het gevaar dat er sprake is van ongeoorloofd gebruik? Wat valt daartegen te doen?
- Welke gevaren levert het gebruik van het systeem op? Voor wie? Hoe wordt daartegen gewaarschuwd?
- Verdraagt gebruik van het systeem zich met de normen en waarden zoals die in de gebruikersomgeving van toepassing zijn?
- In welke mate is beveiliging van het systeem noodzakelijk? Welke maatregelen acht de projectgroep daartoe noodzakelijk?
- Welke technische infrastructuur is noodzakelijk om de functionaliteit van het systeem aan de gebruikers te kunnen bieden? Geef een (grafische) beschrijving van de noodzakelijke componenten van deze infrastructuur en hun onderlinge samenhang.

Werkwijze project

Een groep leerlingen verzint (of liever: zoekt) een opdracht en legt die ter goedkeuring voor aan de docent. De docent geeft zijn goedkeuring op basis van criteria uit deze handreiking.

Voor de aansturing van de projectgroep zijn er drie varianten mogelijk:

- de groep stuurt zichzelf aan; er is geen sprake van externe sturing
- de groep wordt aangestuurd door de docent, die de rol van opdrachtgever vervult
- de groep wordt aangestuurd door een andere projectgroep, die de rol van opdrachtgever vervult.

Eindtermen en het project

Bij de ontwikkeling van een ICT-systeem en de bijbehorende invoeringsdocumentatie in de vorm van een project komt een aanzienlijk aantal eindtermen aan bod. In het onderstaande overzicht staat vermeld op welke wijze welke eindterm in het project gerealiseerd dan wel verdiept kan worden.

<i>Subdomein</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>Eindterm</i>	<i>Plaats in het project</i>
A3	Studie en beroepsomgeving	3	Realisatie vindt plaats in de invoeringsdocumentatie en het persoonlijk eindverslag van het project
A4	Individu	4	Realisatie vindt plaats in de invoeringsdocumentatie van het project
B2	Hardware	6	Verdieping kan plaats vinden in de invoeringsdocumentatie van het project
B3	Software	7	Verdieping kan plaats vinden door keuze van de projectopdracht
C1	Communicatie en netwerken	9	Verdieping vindt plaats in de invoeringsdocumentatie van het project
C2	Besturingssystemen	10	Verdieping vindt plaats in de invoeringsdocumentatie van het project
C3	Systemen in de praktijk	11	Verdieping kan plaats vinden door keuze van de projectopdracht
C4	Informatiesysteemontwikkeling	12	Verdieping vindt plaats door toepassing van watervalmethode in het project
C5	Informatiestromen	13	Verdieping kan plaats vinden door keuze van de projectopdracht
C6	Informatieanalyse	14	Verdieping kan plaats vinden door keuze van de projectopdracht
C7	Relationele databases	15	Verdieping kan plaats vinden door keuze van de projectopdracht
C8	Mens-machine interface	16	Verdieping vindt plaats in de ontwikkeling van het ICT-systeem
C9	Systeemontwikkeltraject	17	Verdieping kan plaats vinden door een groep leerlingen als stuurgroep van een andere groep leerlingen te laten optreden
D	Toepassingen in samenhang	18	Realisatie vindt plaats door het uitvoeren van het project

4.5 Indicatie van de studielast per subdomein (eindterm)

In de onderstaande tabel wordt per subdomein/eindterm een voorstel gedaan voor de studielast. Ter informatie staan de studielasturen uit het oorspronkelijke examenprogramma eveneens in deze tabel genoemd. De aanduiding pm staat voor pro memorie en betreft studielasturen die elders in het schoolexamen voorkomen. Pro memorieuren worden niet in de totaalstelling meegeteld.

<i>Subdomein</i>	<i>Eindterm</i>	<i>Oorspronkelijke examenprogramma 1995</i>		<i>Voorstel</i>		
		<i>havo</i>	<i>vwo</i>	<i>kern</i>	<i>verd. havo</i>	<i>verd. vwo</i>
A1	1	5 pm	5 pm	5		
A2	2	5 pm	5 pm	5		
A3	3	5	5		pm	pm
A4	4	20 pm	20 pm		pm	pm
B1	5	8	8	8		
B2	6	8	8	7	pm	pm
B3	7	24	44	40		30 of 60
B4	8	5	5	5		
C1	9	20	20	10	pm	pm
C2	10			10	pm	pm
C3	11	15	15	10		
C4	12	61	77	10	pm	pm
C5	13			15		
C6	14			25		0 of 30
C7	15			20		30
C8	16			20	pm	pm
C9	17			10		
D	18	60	60		60	60
Vrij		24	28		60	90
Vervallen		10	10			
Totaal		240	280	200	120	240

5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van een systeem voor toetsing en weging in het schoolexamen informatica. Het systeem is voor het grootste deel gebaseerd op dat zoals in het oorspronkelijke examenprogramma beschreven is. Daarnaast zijn aanbevelingen opgenomen voor de weging van de verschillende onderdelen van het examendossier. Deze aanbevelingen zijn mede gebaseerd op die uit het herzieningsvoorstel SLO - zoals die gepubliceerd is in het Vakdossier Informatica 2002 - met betrekking tot weging van schriftelijke en praktische toetsen. We herhalen met enige nadruk de opmerking over de status van deze handreiking uit hoofdstuk 1. Hoewel de onderstaande beschrijving tamelijk gedetailleerd oogt, heeft ze niet de status van vormvoorschrift maar van aanbeveling. Een school en/of docent kan zonder bezwaar afwijken van de inhoud van dit hoofdstuk en zelf zijn systematiek voor toetsing en weging ontwikkelen en toepassen.

5.1 Samenstelling examendossier

Het schoolexamen Informatie kent een examendossier met de volgende indeling:

- A. Schriftelijk deel
- B. Praktisch deel
- C. Projectdeel

Het handelingsdeel maakt geen deel meer uit van het examendossier.

Het eindcijfer informatica wordt samengesteld uit het gewogen gemiddelde van de cijfers voor de delen A en BC. Hierbij heeft deel A een gewicht van tenminste 0,1 en ten hoogste 0,5. Het deel BC heeft een gewicht van ten minste 0,5 en ten hoogste 0,9. Het cijfer voor het gedeelte BC wordt samengesteld uit het rekenkundig gemiddelde van de cijfers voor deel B en voor deel C.

5.2 Deel A – Schriftelijk deel

Deel A uit het examendossier bestaat uit toetsen, die in korte tijd door de leerling individueel afgelegd worden. De toets kan schriftelijk, maar ook met behulp van ICT-middelen afgenomen worden. Het cijfer voor een toets wordt bepaald op een manier die gebruikelijk is bij de beoordeling van schriftelijke toetsen.

Deel A evalueert kennis- en inzichtselementen, veelal in combinatie met vaardigheidscomponenten.

5.3 Deel B – Praktisch deel

Het praktisch deel van het examendossier bestaat uit praktische toetsen (praktische opdrachten). Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- **Ontwikkelopdrachten:** een groep leerlingen ontwikkelt een (gedeelte van) een systeem of verricht aanpassingen aan een bestaand systeem.
- **Onderzoekopdrachten:** een groep leerlingen verricht een onderzoek naar een bepaalde probleemstelling en brengt een onderzoeksrapport uit.
- **Informatieverwerkingsopdrachten:** een groep leerlingen verzamelt informatie naar aanleiding van een bepaalde probleemstelling; kan deel uit maken van een onderzoekopdracht.
- **Beoordelingsopdrachten:** een groep leerlingen geeft op basis van bepaalde criteria een beoordeling van een systeem en/of een ander product en doet voorstellen ter verbetering ervan.

De groeps grootte bedraagt in dit geval twee tot drie leerlingen.

Deel B evalueert, in samenhang met kennis- en inzichtselementen, de volgende algemene vaardigheden:

- probleemoplosvaardigheden
- onderzoekvaardigheden
- gebruik van hulpmiddelen
- ICT-vaardigheden.

Een praktische toets wordt beoordeeld met een cijfer, dat als volgt tot stand komt:

- het product wordt beoordeeld met een groeps cijfer
- de persoonlijke inbreng van elk van de leden van de groep komt tot uitdrukking in een bonus of een malus op het groeps cijfer. Deze persoonlijke inbreng kan blijken uit een logboek en/of uit een mondelinge presentatie.

5.4 Deel C – Projectdeel

Doel en opzet van het projectdeel wordt onder domein D in hoofdstuk 4 beschreven. Ten aanzien van de beoordeling van een project kan de volgende aanpak gekozen worden.

Deel C evalueert kennis- en inzichtselementen en de volgende algemene vaardigheden:

- probleemoplosvaardigheden
- onderzoekvaardigheden
- gebruik van hulpmiddelen
- ICT-vaardigheden
- samenwerkingsvaardigheden
- projectvaardigheden
- werkhouding, instelling.

Elke groep wordt een groepscijfer toegekend. Dit cijfer wordt samengesteld aan de hand van cijfers voor:

- de gebruikskwaliteit van het product, te geven door de opdrachtgever op basis van het product
- de kwaliteit van interne structuur van het product, te geven door de docent op basis van technische productdocumentatie
- de kwaliteit van het invoeringsdocument, te geven door hetzij de opdrachtgever, hetzij de docent
- de wijze waarop de groep het product tot stand heeft gebracht op basis van een groepsverslag, te geven door de docent.

Voor product, documentatie en groepsverslag worden beoordelingscriteria verstrekt.

Daarnaast wordt elk groepslid door middel van een cijfer beoordeeld op zijn individuele bijdrage aan het projectresultaat. Hiertoe zijn de volgende beoordelingsmethoden toepasbaar:

- De docent geeft op basis van eigen observatie en op basis van tussentijdse groepsrapportages een beoordeling.
- Elk groepslid levert een logboek met onder andere urenverantwoording in, dat vervolgens door de docent beoordeeld wordt.
- De groepsleden beoordelen elkaar door middel van een peer assessment.
- Er wordt een individuele projecttoets afgenomen (bijvoorbeeld in de vorm van een mondelinge presentatie), waarin vragen gesteld worden die niet beantwoord kunnen worden zonder voldoende inbreng in het projectresultaat.

Deze methoden kunnen ook in combinatie worden toegepast.

Het individueel eindcijfer voor het projectdeel is gelijk aan het gemiddelde van het groepscijfer en het individueel cijfer.

5.5 Relatie tussen eindterm en toetsvorm

Deze paragraaf gaat in op de vraag welk van de genoemde eindtermen met behulp van welke vorm getoetst kan worden.

Domein A

De eindtermen uit domein A lenen zich in beperkte mate voor individuele schriftelijke toetsing zoals in paragraaf 5.2 beschreven is. De reden hiervoor is dat de kenniscomponent uit deze eindtermen an sich niet erg relevant zijn. Het gaat meer om de kenniscomponenten in perspectief te beschouwen. Daartoe zijn schriftelijke toetsen veelal te kort van duur. Toetsing door middel van praktische toetsen biedt meer mogelijkheden. Toetsing van eindtermen 3 en 4 is goed mogelijk in combinatie met het project.

Domein B

De eindtermen in dit domein lenen zich voor elk van de drie toetsvormen, waarbij praktische toetsing van de eindtermen 5, 6 en 8 minder in aanmerking komt vanwege de relatief geringe studielast van deze eindtermen. Kennis van (basis)kenmerken van een projectorganisatie, zoals genoemd in eindterm 8, kan desgewenst getoetst worden in het projectdeel. Afhankelijk van de keuze van de projectopdracht kunnen andere eindtermen eveneens in het projectdeel getoetst worden.

Domein C

Voor dit domein komen evenals bij domein B alle toetsvormen in aanmerking, maar kennen eindtermen 9 en 10 te weinig studielast voor praktische toetsing. Eindterm 17 leent zich matig voor toetsing in deel A, omdat beoordeling van project- en systeemdokumentatie in het algemeen meer tijd vergt dan bij een schriftelijke toets beschikbaar is. Deze eindterm kan, evenals eindterm 12, ook in het project getoetst worden. Afhankelijk van de keuze van de projectopdracht kunnen andere eindtermen eveneens in het projectdeel getoetst worden.

Domein D

Gelet op de invulling van dit domein, ligt toetsing van eindterm 18 in het projectdeel voor de hand.

In de onderstaande overzicht wordt de toetsmogelijkheden per eindterm weergegeven. Bij de praktische toetsing is aangegeven welke soort toets aanbeveling verdient (ontwerpopdracht, onderzoekopdracht, informatieverwerkingsopdracht, beoordelingsopdracht). Bij het project betekent (*) dat de betreffende eindterm in het project verdiept *kan* worden.

Sub-domein	Omschrijving	Eind-term	Deel A Schriftelijke toetsing	Deel B Praktische toetsing	Deel C Project
A1	Wetenschap en technologie	1		I	
A2	Maatschappij	2		I	
A3	Studie en beroepsomgeving	3			*
A4	Individu	4			*
B1	Gegevensrepresentatie in een computer	5	*		
B2	Hardware	6	*		(*)
B3	Software	7	*	W	(*)
B4	Organisaties	8	*		
C1	Communicatie en netwerken	9	*		*
C2	Besturingssystemen	10	*		*
C3	Systemen in de praktijk	11	*	O	(*)
C4	Informatiesysteemontwikkeling	12	*		*
C5	Informatiestromen	13	*	W	(*)
C6	Informatieanalyse	14	*	W	(*)
C7	Relationele databases	15	*	W	(*)
C8	Mens-machine interactie	16	*	BW	*
C9	Systeemontwikkeltraject	17		B	*
D	Toepassingen in samenhang	18			*

5.6 Praktische toetsen

Het is niet werkbaar en studeerbaar om alle daarvoor in aanmerking komende eindtermen afzonderlijk door middel van een praktische toets te toetsen. Beperking van het aantal praktische toetsen is mogelijk door eindtermen gecombineerd te toetsen in een praktische toets. Toepassing van deze combinatiemogelijkheid leidt tot het volgende overzicht.

<i>Volg-nummer</i>	<i>Eindtermen</i>	<i>Korte omschrijving</i>
Kern 1	1 en 2	Informatieverwerkingsopdracht over de rol en toepassing van informatica en ICT in het verleden, heden en toekomst
Kern 2	7	Ontwerpopdracht voor een visueel en/of OO-programma
Kern 3	13, 14, 15, 16	Ontwerpopdracht voor een databasesysteem zonder Internettoegang met de focus op analyse, ontwerp en in mindere mate op realisatie
Kern 4	7, 15, 16	Ontwerpopdracht voor een databasesysteem met Internettoegang met de focus op ontwerp en realisatie en in mindere mate op analyse
Kern 5	16, 17	Beoordelingsopdracht over een fictief project en systeem naar aanleiding van de projectdocumentatie en de gebruikersdocumentatie
Vwo 1	7, (11)	Ontwerpopdracht voor een systeem zoals beschreven in eindterm 11.
Vwo 2	13, 14, 15, 16	Zie kern 2, maar dan met de kennis en vaardigheden uit het verdiepingsprogramma vwo

De genoemde praktische toetsen hoeven niet in de aangegeven volgorde afgenomen te worden. Toets vwo 2 kan niet voor kern 3 afgenomen worden. Daarnaast is er wat voor te zeggen om kern 3 voor kern 4 te programmeren, maar noodzakelijk is dat niet. Indien tenslotte de projectopdracht uit het verdiepingsprogramma betrekking heeft op het ontwikkelen van een van de systemen die ook als praktische opdracht genoemd worden, dan kan desgewenst de betreffende praktische opdracht vervallen.

6. Afstemming met andere vakken

Afstemming met andere vakken is mogelijk door middel van keuze van contexten voor cases en projectopdrachten. De mogelijkheden daartoe zijn talrijk. Het keuzedeel in de verdiepingsprogramma's kan ingevuld worden met modules met specifieke toepassing van informatica/ICT in een bepaald vakgebied. Voorbeelden zijn:

- natuurkunde: een programma ontwikkelen voor de besturing van een robot
- natuurkunde/scheikunde: verwerking van meetresultaten
- biologie: een programma ontwikkelen die patronen herkent in DNA-reeksen
- kunstvakken: ontwikkeling van een multimediale presentatie
- economievakken: ontwikkelen van een simulatie ten behoeve van een economische vraagstelling.

Daarnaast bestaat er een relatie met Nederlands (of een moderne vreemde taal) voor wat betreft schriftelijke en mondelinge rapportages in het kader van projectuitvoering.

Tenslotte kent het vak Management en Organisatie Domein F: Informatievoorziening met behulp van ICT. Subdomeinen met eindtermen zijn:

- Informatiestromen in organisaties: de kandidaat kan (havo) verklaren/ (vwo) analyseren welke informatie van belang is voor een organisatie om haar bedrijfsvoering zo goed mogelijk uit te voeren en hoe met behulp van ICT de kwaliteit van de informatievoorziening verbeterd kan worden.
- Toepassing van computerprogramma's in het kader van informatievoorziening van organisaties: de kandidaat kan eenvoudige toepassingen van bestaande computerprogramma's aanwenden ten behoeve van de informatievoorziening van organisaties.

Dit domein kent serieuze verwantschap met subdomein C5: Informatiestromen van het vak informatica. De verwantschap met de subdomeinen C3: Systemen in de praktijk en C6: Informatieanalyse is eveneens aanwezig, maar minder sterk als C5. Aanbevolen wordt om domein F van Management en Organisatie open te stellen voor leerlingen die informatica gekozen hebben, tenzij deze leerlingen ook Management en Organisatie gekozen hebben.

7. Onderdelen naar keuze van de school

De verdiepingsprogramma's bieden de school/leerling 60 uur vrije ruimte op het havo en 90 uur vrije ruimte op het vwo. Suggesties voor invulling van deze ruimte zijn:

Verdiepingsprogramma havo

- een tweede of grotere projectopdracht
- onderdelen van het verdiepingsprogramma vwo
- een of meer modules met als onderwerp specifieke toepassing van informatica/ICT in een bepaald vakgebied
- domein F van het vak Management & Organisatie.

Verdiepingsprogramma vwo

- een tweede of grotere projectopdracht, desgewenst uit het verdiepingsprogramma havo
- een of meer modules met als onderwerp specifieke toepassing van informatica/ICT in een bepaald vakgebied
- domein F van het vak Management & Organisatie
- een of meer modules die specifiek voorbereiden op een universitaire studie Informatica.

Modules met als onderwerp specifieke toepassing van informatica/ICT in een bepaald vakgebied kunnen er toe dienen het vak informatica een op een profiel gericht accent te geven. Voorbeelden zijn:

- **Profiel Communicatie en Maatschappij:** een module waarin leerlingen geleerd wordt een multimediapresentatie te ontwikkelen, die zich richt op het uitdragen van een communicatieboodschap door een bepaalde organisatie (bedrijf, onderwijsinstelling, ...).
- **Profiel Economie en Maatschappij:** een module waarin leerlingen geleerd wordt een geautomatiseerd simulatiemodel te ontwikkelen voor de economie van een land of de logistiek van een productiebedrijf.
- **Profiel Natuur en Gezondheid:** een module waarin leerlingen geleerd wordt een systeem te ontwikkelen voor het herkennen van patronen in DNA-structuren.
- **Profiel Natuur en Techniek:** een module waarin leerlingen geleerd wordt een systeem te ontwikkelen dat een robot, speelgoedauto of anderszins aanstuurt.

Bijlage 1

Examenprogramma informatica

havo/vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Informatica in perspectief
Domein B	Basisbegrippen en vaardigheden
Domein C	Systemen en hun structurering
Domein D	Toepassingen in samenhang.

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op de domeinen A tot en met D, en indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Informatica in perspectief

Subdomein A1: Wetenschap en technologie

1. De kandidaat kan de geschiedenis van informatica en ICT, de huidige toepassingen ervan en de perspectieven van de jongste ontwikkelingen beschrijven.

Subdomein A2: Maatschappij

2. De kandidaat kan beschrijven wat de rol is van informatica en ICT bij maatschappelijke ontwikkelingen zowel in het verleden als nu.

Subdomein A3: Studie en beroepsomgeving

3. De kandidaat kan vakspecifieke functies en taken beschrijven waarin informatici en ICT-ers werkzaam zijn en de rol van informatica/ICT bij vervolgopleidingen en beroepen in het algemeen. Hij kan inschatten in hoeverre de eigen capaciteiten en interesses hiermee overeenkomen.

Subdomein A4: Individu

4. De kandidaat beheerst de vakspecifieke werkwijzen van informatici en ICT-ers, met name het werken in projectverband. Hij kan beschrijven welke normen en waarden bij gebruik van informatica/ICT een rol spelen.

Domein B: Basisbegrippen en vaardigheden

Subdomein B1: Gegevensrepresentatie in een computer

5. De kandidaat kan gangbare digitale coderingen van gegevens beschrijven en toepassen.

Subdomein B2: Hardware

6. De kandidaat kan de functies van een computer benoemen, aangeven welke hardware en bijbehorende gangbare randapparatuur deze functies uitvoeren en de wisselwerking tussen deze functies beschrijven.

Subdomein B3: Software

7. De kandidaat beheerst eenvoudige datatypen, programmastructuren en programmeertechnieken.

Subdomein B4: Organisaties

8. De kandidaat kent globaal de organisatiestructuren van bedrijven. Hij kent de kenmerken van een projectorganisatie en kan aangegeven waarom bij grote wijzigingen van het informatiesysteem in een bedrijf vaak voor een projectorganisatie wordt gekozen.

Domein C: Systemen en hun structurering

Subdomein C1: Communicatie en netwerken

9. De kandidaat kan de topologische structuur en de communicatielagen van een netwerk benoemen en de bijbehorende kenmerken beschrijven. Ook kan hij een eenvoudig communicatieprotocol beschrijven en de elementen ervan onderscheiden. Tevens heeft hij zicht op aspecten van internetbeveiliging.

Subdomein C2: Besturingssystemen

10. De kandidaat kan van gangbare besturingssystemen de basisfuncties beschrijven met betrekking tot het beheer van de processortijd, het werkgeheugen, de dataopslagmedia, de randapparatuur en de toegangsrechten.

Subdomein C3: Systemen in de praktijk

11. De kandidaat kan de kenmerken van en verschillen tussen real-time systeem, kennissysteem, simulatiesysteem en embedded systeem benoemen.

Subdomein C4: Informatiesysteemontwikkeling

12. De kandidaat kan globaal de fasering van een systeemontwikkeltraject beschrijven met de te verrichten activiteiten en de producten.

Subdomein C5: Informatiestromen

13. De kandidaat kan informatiestromen beschrijven in een kleine organisatie.

Subdomein C6: Informatieanalyse

14. De kandidaat kan informatie en informatiebehoefte analyseren en het bijbehorende informatiemodel bouwen/aanpassen.

Subdomein C7: Relationele databases

15. De kandidaat kan de elementen van een relationeel schema benoemen en de betekenis van de elementen beschrijven, en een informatiebehoefte omzetten in een opdracht in een vraagtaal voor een relationele database.

Hij kan de kenmerken en aspecten van databasemanagementsystemen beschrijven en voor specifieke systemen benoemen en gebruiken (alleen vwo).

Subdomein C8: Interactie mens-machine

16. De kandidaat kan mens-machine interactie bij informatiesystemen herkennen, de kenmerken ervan benoemen en keuzecriteria in het ontwerp van gebruikersdialogen benoemen en hanteren.

Subdomein C9: Systeemontwikkeltraject

17. De kandidaat kan van een eenvoudig systeemontwikkeltraject de voortgang beoordelen, een prototype testen, controleren of het eindproduct aan de specificaties van de opdrachtgever voldoet en beoordelen of het systeem aan de eisen en wensen voldoet vanuit het perspectief van de gebruiker.

Domein D: Toepassingen in samenhang

18. De kandidaat kan de methoden en technieken van projectmanagement en de projectmatige aspecten van systeemontwikkeling beschrijven.

Bijlage 2

Voorbeeld van een projectopdracht

Voorbeeld van een projectopdracht uit het verdiepingsprogramma voor havo en vwo met als doel het onderscheid tussen beide programma's te verduidelijken.

Een energiebedrijf levert onder andere stroom aan particuliere huishoudens. Klanten van het bedrijf betalen voor het stroomgebruik. Maandelijks wordt er een voorschot in rekening gebracht. Eén maal per jaar wordt het werkelijke verbruik in rekening gebracht en verrekend met het voorschot.

Het verbruik van stroom wordt gemeten met behulp van een elektriciteitsmeter. Elk pand waar stroom verbruikt wordt, beschikt over een dergelijke meter. De meter registreert het cumulatief stroomverbruik in het betreffende pand. Jaarlijks wordt de stand op de meter uitgelezen door een meteropnemer, meestal een student die een zakcent of meer wil bijverdienen. Hij noteert het (uniek) nummer van de elektriciteitsmeter, de meterstand en de datum van meteropname.

Nu blijkt dat de laatste jaren steeds minder mensen overdag thuis zijn. Daarom komt de meterloper steeds vaker voor een dichte deur te staan. In dat geval ontvangt de bewoner of eigenaar van het pand een kaartje met het verzoek aan te geven wanneer hij overdag thuis is. Op basis van deze informatie kan de meteropnemer op een van de aangegeven tijdstippen zijn werk doen. Ook deze werkwijze leidt niet tot bevredigende resultaten, omdat nog steeds veel mensen overdag niet thuis zijn en zeker niet bereid zijn een vrije dag op te nemen om op de meteropnemer te wachten. In het geval de meterstand niet kon worden opgenomen doet het energiebedrijf met de hand een schatting.

Om bovenstaande problematiek het hoofd te bieden, pakt het bedrijf de meteropname nu anders aan. Alle klanten van het energiebedrijf ontvangen een brief met het verzoek zelf de meterstand op te nemen en deze informatie via Internet, per telefoon of schriftelijk aan het energiebedrijf te sturen. Klanten die niet reageren ontvangen een herinnering. Reageren ze evenmin op de herinnering, dan volgt schatting van het stroomverbruik, nog steeds met de hand.

Opdracht voor een groep havo-leerlingen

Ontwikkel een informatiesysteem ten behoeve van de registratie van de meterstanden met de volgende functies (NB. Het achterhalen van de systeemfuncties van een opdrachtgever zal onderdeel van de projectopdracht zijn.):

- invoer van een meterstand via Internet inclusief redelijkheidscontrole
- invoer van een meterstand door een medewerker van het energiebedrijf
- opvragen van de meterstanden uit het verleden ten behoeve van een schatting en opslag geschatte meterstanden
- opstellen en afdrukken van jaarafrekeningen (moeilijk; vereist programmeren of complexe queries)

- opstellen en afdrukken van verzoekbrief meterstanden door te geven
- invoer van een nieuwe klant
- adreswijziging van een klant
- invoer van een nieuwe meter
- wijziging van het eigendom van een pand
- verwijdering van een bestaande meter (inclusief de bijbehorende meterstanden; of niet).

Schrijf bovendien een invoeringsdocument met daarin aandacht voor de volgende vraagstellingen:

- Welke risico's brengt ingebruikname van dit systeem met zich mee voor het energiebedrijf en voor haar klanten? Welke maatregelen kunnen daartegen genomen worden?
- Zijn er redenen aan te nemen dat klanten van het energiebedrijf op ethische gronden het gebruik van dit systeem afwijzen? Zo ja, hoe moet het energiebedrijf daarmee omgaan?
- Welke consequenties heeft invoering van dit systeem voor de meterlopers? Is het mogelijk deze consequenties te verzachten dan wel teniet te doen?
- Welke technische infrastructuur is noodzakelijk om het systeem voor de gebruikers toegankelijk te maken?

Opdracht voor een groep vwo-leerlingen

Het energiebedrijf beschikt over een database met meterstanden over de afgelopen jaren, meters, panden en klanten en een applicatie die een aantal standaardfuncties biedt. De database kan op dit moment alleen intern benaderd worden.

- Voeg aan dit systeem de mogelijkheid toe een meterstand via Internet op te geven.
- Als een klant een meterstand heeft ingevoerd, dient het systeem hem een terugkoppeling te geven in hoeverre het gebruik over het afgelopen jaar 'redelijk' was in vergelijking met het gebruik in de afgelopen vijf jaar. Wat onder 'redelijk' verstaan wordt, wordt in de leerlingtekst gespecificeerd.
- Verder moet het systeem in staat zijn op basis van gespecificeerde richtlijnen een nieuw voorschotbedrag te berekenen.

Het energiebedrijf geeft bij een stroomstoring die langer dan een paar uur duurt een vaste korting op het jaartarief. Stroomstoringen worden nauwkeurig geregistreerd. Per storing wordt vastgelegd wanneer zij zich voorgedaan heeft, wanneer zij verholpen is en in welke component van de infrastructuur de storing heeft plaats gevonden. Een infrastructuurcomponent is een verdeelstation, een elektriciteitsmeter in een pand, een stroomkabelsegment, enzovoorts. Het energiebedrijf heeft een database met componenten en hoe die componenten met elkaar verbonden zijn.

- Maak een ontwerp voor deze database.
- Ontwikkel een applicatie die bepaalt welke stroomstoringen de bewoners van een bepaald pand tussen de vorige meteropname en nu hebben meegemaakt.

Schrijf tenslotte een invoeringsdocument met daarin aandacht voor de volgende vragen:

- Welke risico's brengt ingebruikname van dit systeem met zich mee voor het energiebedrijf en voor haar klanten? Welke maatregelen kunnen daartegen genomen worden?
- Zijn er redenen aan te nemen dat klanten van het energiebedrijf op ethische gronden het gebruik van dit systeem afwijzen? Zo ja, hoe moet het energiebedrijf daarmee omgaan?
- Is het mogelijk om het systeem op een of andere wijze te misbruiken? Zo ja, hoe is dat tegen te gaan?
- Welke technische infrastructuur is noodzakelijk om het systeem voor de gebruikers toegankelijk te maken?

