

DIGITALE GELETTERDHEID
IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS



2012 Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW)

© Sommige rechten zijn voorbehouden / Some rights reserved

Voor deze uitgave zijn gebruiksrechten van toepassing zoals vastgelegd in de Creative Commons licentie. [Naamsvermelding 3.0 Nederland]. Voor de volledige tekst van deze licentie zie <http://www.creativecommons.org/licenses/by/3.0/nl/>

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen

Postbus 19121, 1000 GC Amsterdam

Telefoon + 31 20 551 0700

Fax + 31 20 620 4941

knaw@bureau.knaw.nl

www.knaw.nl

pdf beschikbaar op www.knaw.nl


Basisvormgeving: edenspiekermann, Amsterdam

Opmaak: Ellen Bouma, Alkmaar

Figuur 2, pagina 17: Frédéric Ruys

Foto omslag: Jeroen van Loon

ISBN: 978-90-6984-660-6

Het papier van deze uitgave voldoet aan  iso-norm 9706 (1994) voor permanent houdbaar papier.

DIGITALE GELETTERDHEID IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS

VAARDIGHEDEN EN ATTITUDES
VOOR DE 21STE EEUW

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
Advies van de KNAW-Commissie Informatica in het voortgezet onderwijs
december 2012

VOORWOORD

In de afgelopen decennia heeft zich in onze samenleving een geleidelijke, maar absolute digitale omwenteling voltrokken. ‘Geleidelijk’ is daarbij een zeer relatief begrip, als men de ICT-revolutie vergelijkt met de industriële revolutie. Onze puberkinderen groeien op met de smartphone in de linker- en de tablet-pc in de rechterhand, beide liefst gelijktijdig in gebruik. Ziel en zaligheid worden niet zozeer gedeeld in ‘echte’ ontmoetingen, maar via internet. Hun kleine broertjes en zusjes hebben de werking van al deze apparaten in een oogwenk begrepen en drukken er driftig op los, terwijl hun opa’s en oma’s vertwijfeld staren naar beeldscherm en toetsenbord.

Deze laatste constatering maakt het verleidelijk te denken dat begeleiding van jonge mensen overbodig is geworden, maar niets is minder waar. Het vaardig kunnen hanteren van communicatiemiddelen is volstrekt onvoldoende. Goed functioneren in de moderne samenleving vereist inzicht in de impact en in de beperkingen van ICT. Nieuwe communicatietechnologieën hebben een enorm effect op de ontwikkeling van tal van terreinen – zij beïnvloeden de inhoud van schoolvakken, veranderen sociale structuren en scheppen andere manieren van informatie verzamelen en verwerken. Daarvoor zijn specifieke vaardigheden en een kritische attitude nodig. Is het eerste zoekresultaat in Google ook het beste? Hoe betrouwbaar is de gevonden informatie? Mag ik alle informatie op internet zomaar gebruiken? Wie kunnen er allemaal mijn profiel op internet zien en wat zijn daarvan de risico’s?

De wijze waarop het informaticaonderwijs op de middelbare scholen is ingericht voldoet niet meer. Sinds de invoering ervan in 1995 – een periode van zeventien jaar, wat in ICT-land grenst aan de eeuwigheid – is het vak informatica niet noemenswaardig aangepast. Niet aan de technologische ontwikkelingen en niet aan de invloed daarvan op de maatschappij. Steeds minder scholen bieden het vak nog aan, ook al omdat de vakdocenten met pensioen gaan en er te weinig nieuwe docenten voor in de plaats komen.

De vaardigheden die nodig zijn om goed met deze en dergelijke vraagstukken om te gaan brengen we in dit advies onder de noemer ‘digitale geletterdheid’. De adviescommissie die zich over dit zo belangrijke onderwerp boog, bepleit in het document dat voor u ligt dat iedere moderne scholier digitaal geletterd wordt. Ik ondersteun dit pleidooi van harte. Het voortgezet onderwijs moet jongeren voorbereiden op vervolgopleidingen en hen in staat stellen goed te functioneren in de maatschappij. Dat onderwijs moet zijn afgestemd op de eisen van deze tijd.

De discussie over dit onderwerp is niet typisch Nederlands. Zo brachten onze collega’s van de Britse Royal Society eerder dit jaar een rapport uit met de veelzeggende titel *Shut down or restart; the way forward for computing in UK schools*. Dit KNAW-advies maakt inzichtelijk dat we in Nederland niet bijzonder voor- of achterlopen. De kunst is nu de stap voorbij discussies en adviezen te zetten; daden bij deze behartigenswaardige woorden te voegen. Alleen dan kan Nederland zich ook met de koplopers blijven meten en, belangrijker nog, bereiden we onze kinderen optimaal voor op de wereld waarin zij opgroeien.

In haar advies breekt de Akademie een lans voor een snelle en krachtige vernieuwing van het informaticaonderwijs en geeft hiervoor – in grove lijnen – de richting aan. We hopen dat het advies voor de verantwoordelijke bewindslieden aanleiding zal blijken de vernieuwing in gang te zetten en krachtig te ondersteunen. De KNAW draagt hier graag naar beste kunnen aan bij.

Hans Clevers
President KNAW

INHOUD

VOORWOORD	5
SAMENVATTING	8
SUMMARY	10
1. INLEIDING	12
1.1 Aanleiding voor dit advies	12
1.2 Opdracht en samenstelling van de commissie	13
1.3 Werkwijze van de commissie	14
1.4 Opzet van het rapport	15
2. DIGITALE GELETTERDHEID	16
2.1 Een digitaal doordrenkte wereld	16
2.2 Vaardigheden en attitudes	17
2.3 Onderwijs in digitale geletterdheid	18
2.4 Onderwijs in Nederland	20
2.5 De kern van het advies	21
2.6 Urgentie	22
3. ONDERWIJS IN INFORMATICA: ANALYSE EN TEKORTKOMINGEN	23
3.1 Informatica, de benjamin van het onderwijs	23
3.2 Het onderbouwwak Informatiekunde	24
3.3 Het bovenbouwwak Informatica	25
4. SITUATIE EN ONTWIKKELINGEN IN HET BUITENLAND	27
4.1 Nederland in internationaal perspectief	27
4.2 Frankrijk	28
4.3 Duitsland	29
4.4 Zwitserland	29
4.5 Verenigd Koninkrijk	29
4.6 Zweden	30
4.7 Finland	31
4.8 Singapore	31
5. AANBEVELINGEN	33
5.1 Vijf aanbevelingen voor OCW en EZ	33
5.2 Het onderbouwwak Informatie & communicatie	34
5.3 Het bovenbouwwak Informatica	36
5.4 Interactie met andere vakken en opleiding van docenten	38
5.5 Slotopmerkingen	39
GESPREKSPARTNERS	41
REFERENTIES	43

SAMENVATTING

Digitale geletterdheid is het vermogen digitale informatie en communicatie verstandig te gebruiken en de gevolgen daarvan kritisch te beoordelen. In de 21ste eeuw behoort digitale geletterdheid tot de basisvaardigheden van de ontwikkelde mens. Het is een voorwaarde om te kunnen functioneren in de informatiemaatschappij. Digitale geletterdheid vraagt, net als taalbeheersing en rekenvaardigheid, om een vormingstraject dat iedereen gedurende langere tijd moet doorlopen. Het onderwerp hoort daarom in het onderwijs thuis. De huidige vakken op dit gebied zijn in veel opzichten onder de maat en bereiden de leerlingen niet op de informatiemaatschappij voor. De overheid moet dringend werk maken van een algehele herziening van het voortgezet onderwijs in de digitale informatie en communicatie. Anders blijft Nederland achter bij vergelijkbare landen en komt onze koppositie als kennis- en innovatie-economie in gevaar.

De huidige vakken Informatiekunde en Informatica op havo en vwo hebben een marginale positie, schieten kwalitatief tekort en zijn inhoudelijk uit de tijd. Het is urgent daar iets aan te doen. Nederland heeft de plicht excellent onderwijs te blijven bieden. Daartoe moet het dit onderwijs voortdurend aanpassen aan de eisen van de tijd. Dat is geen ideële zaak maar dient de kracht van onze maatschappij en economie. Een innoverend land is digitaal geletterd.

De discussie in het buitenland is vergelijkbaar met die in Nederland. Ook elders werd in de jaren negentig de informatica in het onderwijs ingevoerd en realiseert men zich nu dat niet het omgaan met ICT maar digitale geletterdheid centraal moet staan. Wat betreft de meningsvorming over het onderwerp loopt ons land niet bijzonder voor of achter. De uitdaging voor Nederland is om het niet bij discussies en adviezen te laten maar om, evenals vergelijkbare landen, actie te ondernemen. Slechts dan kan Nederland zich met de koplopers blijven meten.

Met dit advies pleit de KNAW ervoor het onderhavige gedeelte van het voortgezet onderwijs van de grond af opnieuw te ontwerpen. Er is behoefte aan voortdurende aandacht voor digitale geletterdheid, waarbij eerst een gemeenschappelijke en solide basis wordt gelegd en daarna de mogelijkheid wordt geboden tot een individuele oriëntatie en verdieping.

De KNAW doet vier aanbevelingen aan de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap:

AANBEVELING 1

Voer een nieuw verplicht vak *Informatie & communicatie* voor de onderbouw van havo en vwo in. Dit dient een breed en compact inleidend vak te zijn, dat de essentiële aspecten van digitale geletterdheid tot onderwerp heeft.

AANBEVELING 2

Voer een grondige vernieuwing van het keuzevak *Informatica* voor de bovenbouw van havo en vwo door. Het vak dient door een flexibele en modulaire opzet actueel te blijven en leerlingen van alle profielen aan te spreken

AANBEVELING 3

Stimuleer de interactie tussen deze vakken en de andere schoolvakken.

AANBEVELING 4

Geef prioriteit aan de opleiding van een nieuwe generatie docenten met nieuwe vaardigheden en attitudes. Draag het hbo en de universiteiten op hierbij samen te werken.

De vijfde aanbeveling is gericht aan de Minister van Economische Zaken:

AANBEVELING 5

Bevorder het onderwijs in de digitale geletterdheid, in samenhang met de initiatieven die de Minister van OCW neemt. U brengt daarmee de realisatie van Uw Digitale Agenda.nl dichterbij.

Het advies richt zich op havo en vwo, het deel van het voortgezet onderwijs dat het meest binnen het aandachtsgebied van de KNAW ligt. Het staat echter buiten kijf dat aandacht voor digitale geletterdheid op vmbo en ook in het primair onderwijs even belangrijk is. De uitwerking hiervan verdient aparte adviezen, uit te brengen door organisaties die daarvoor beter zijn toegerust.

SUMMARY

Digital literacy refers to the ability to make prudent use of digital information and communication and to evaluate the consequences of that use critically. In the 21st century digital literacy belongs to the basic skills of every educated person. It is necessary for navigating one's way through the information society. Like language and mathematics skills, digital literacy requires instruction and education over a longer period of time. It should therefore be covered in our education system. At present, the relevant school subjects are below standard and do not prepare pupils for the information society. It is urgent for the government to completely revise current teaching of digital information and communication in secondary schools. Otherwise the Netherlands will lag behind similar countries and our leading position as a knowledge and innovation economy will be at risk.

At general secondary (havo) and pre-university (vwo) levels, the subjects Information science and Informatics have a marginal status. Their quality is insufficient and their content is outdated. Urgent action is needed. The Netherlands has a duty to continue providing excellent education. To this end, instruction must satisfy the requirements of the present day. This is not a matter of idealism, it is the very fuel of our society and economy. A country that innovates is digitally literate.

Similar concerns are being raised in other countries. They too introduced ICT-related subjects in secondary school in the 1990s and are now realising that the focus should not be on dealing with ICT but on digital literacy. In developing its views the Netherlands is neither in the vanguard nor in the rear guard. Our challenge is to move beyond discussion and take action, as similar countries are doing. Only then can the Netherlands continue to rank among the leaders.

The Academy recommends that the relevant part of secondary education is redesigned from the ground up. We must give digital literacy our ongoing attention, first offering pupils a sound common basis and then allowing for an individual and in-depth study.

The Academy is making four recommendations to the Minister of Education, Culture and Science:

RECOMMENDATION 1

Introduce a new compulsory subject *Information & communication* in the lower years of havo and vwo. This should be a broad and compact introductory subject, covering the essential facets of digital literacy.

RECOMMENDATION 2

Completely overhaul the optional subject *Informatics* in the upper years of havo and vwo. By a flexible and modular design, the subject should remain up to date and appeal to pupils regardless of their focus area.

RECOMMENDATION 3

Encourage interaction between these subjects and other school subjects.

RECOMMENDATION 4

Make it a priority to raise a new generation of teachers with new skills and attitudes. Instruct the schools for higher professional education (hbo) and the universities to collaborate in this regard.

The fifth recommendation is for the Minister of Economic Affairs:

RECOMMENDATION 5

Promote instruction in digital literacy, in coordination with the initiatives taken by the Minister of Education, Culture and Science. This will help in achieving the aims of your ICT policy (Digitale Agenda.nl).

The Academy's report focuses on havo and vwo, the sectors of secondary education with which it is most concerned. It is beyond question, however, that digital literacy is equally important in pre-vocational (vmbo) and primary education. Each of these needs a separate set of recommendations, to be formulated by organisations that are well equipped to do so.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding voor dit advies

De digitale revolutie verandert ons leven en onze maatschappij, stelt nieuwe uitdagingen en biedt nieuwe kansen. Nederland staat een kennismaatschappij voor waarin iedereen profiteert van digitale informatie en communicatie en iedereen daaraan een bijdrage levert. Dat vraagt om basale kennis en kunde bij alle burgers en om gevorderde kennis en kunde bij hen die bovengemiddeld uitgedaagd worden door de digitale wereld, in al zijn facetten. Zoals Eurocommissaris Kroes in maart 2012 in een toespraak tot de Europese Commissie zei, *“Nobody can deny it: investing in ICT capital pays a handsome dividend: one our future economy will sorely need.”*

De huidige vakken Informatiekunde en Informatica in het voortgezet onderwijs bereiden de leerlingen niet op deze maatschappij voor. Beide vakken schieten serieus tekort qua inhoud, kwaliteit en positie. Het onderbouwvak Informatiekunde dateert uit 1994 en was gericht op het verkrijgen van een digitaal rijbewijs door de leerlingen; het is nagenoeg verdwenen. Het bovenbouwvak Informatica werd ingevoerd in 1995 en is sindsdien niet noemenswaardig aangepast aan de technologische ontwikkelingen en de invloed ervan op de maatschappij; onderwerpen als *world wide web* en *sociale media* komen niet in het examenprogramma voor. Het vak wordt door slechts vijf procent van de leerlingen gevolgd. Deze constatering waren redenen voor het bestuur van de KNAW een commissie ‘Informatica in het voortgezet onderwijs’ in te stellen. Dit advies is het resultaat van het werk van de commissie.

De digitale revolutie heeft zich sluipenderwijs voltrokken maar de digitale vaardigheden van de burgers en de ambtenaren hebben zich vaak onvoldoende ontwikkeld.

Maarten Hillenaar, Rijks-CIO

De KNAW geeft hiermee een aanzet tot algehele herziening van het Nederlandse voortgezet onderwijs in de digitale informatie en communicatie, met als doel het helpen creëren van nieuwe generaties van capabele, ondernemende en verantwoordelijke burgers van de digitale wereld.



Figuur 1. De kranten over digitale risico's.

1.2 Opdracht en samenstelling van de commissie

Het KNAW-bestuur gaf de commissie de volgende opdracht.

De commissie heeft tot taak in kaart te brengen welke informaticakennis en -vaardigheden een scholier in havo en vwo bijgebracht zouden moeten worden. Het gaat hier om de snel in belang toenemende rol van informatie en de representatie en verwerking daarvan in maatschappij, technologie en wetenschap; het gaat nadrukkelijk niet om vaardigheid in het bedienen van apparatuur. De discussie over wat wel de 21st century skills worden genoemd speelt niet alleen in Nederland. De commissie zal daarom ook kijken naar de ontwikkelingen in een aantal relevante landen.

Het advies moet ook aangeven hoe deze kennis en vaardigheden bijgebracht zouden kunnen worden. Daarbij wordt enerzijds gekeken of dit is in te passen binnen de globale examentermen van het huidige keuzevak Informatica en anderzijds binnen welke andere vakken dit te realiseren is. Dit laatste is belangrijk omdat er de komende jaren geen draagvlak (tijd en geld) lijkt te zijn voor een officiële examenvernieuwing van het vak Informatica.

Vragen die de commissie moet beantwoorden:

- 1. Bepaal welke informaticakennis en -vaardigheden zijn opgenomen in het huidige examenprogramma van het voortgezet onderwijs en in hoeverre deze daadwerkelijk worden onderwezen.*

2. *Inventariseer welke informaticakennis en -vaardigheden in relevante buitenlandse curricula zijn opgenomen c.q. worden overwogen.*
3. *Breng in kaart welke trends en ontwikkelingen in maatschappij, technologie en wetenschap van invloed zijn op de benodigde informaticakennis en -vaardigheden.*
4. *Doe op basis van de antwoorden op vragen 1 tot en met 3 een voorstel welke informaticakennis en -vaardigheden een VO-scholier dient te bezitten.*
5. *Geef op hoofdlijnen aan hoe het onderwijs in deze kennis en vaardigheden in het voortgezet onderwijs ingebed zou kunnen worden.*

Het advies wordt opgesteld in het Nederlands en zal worden gericht aan de Minister van OCW. De commissie zal door gesprekken met betrokkenen in het onderwijsveld de beroepsgroep nadrukkelijk bij het advies betrekken.

De samenstelling van de commissie was als volgt:

Prof. dr. Peter Barthel, Rijksuniversiteit Groningen;

Prof. dr. Bert de Brock, Rijksuniversiteit Groningen;

Prof. dr. Franciska de Jong, Universiteit Twente en Erasmus Universiteit Rotterdam;

Prof. dr. ir. Inald Lagendijk, Technische Universiteit Delft;

Prof. dr. Jan Karel Lenstra (voorzitter), Centrum Wiskunde & Informatica, Amsterdam en Technische Universiteit Eindhoven;

Prof. dr. ir. Gerard van Oortmerssen, Tilburg University;

Ir. Deny Smeets, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

Ir. Arie Korbijn (KNAW) was secretaris van de commissie.

1.3 Werkwijze van de commissie

De commissie heeft haar taak breed opgevat. Het uitgangspunt is het bevorderen van de vertrouwde met digitale informatie en communicatie, in het licht van de technologische ontwikkelingen en de maatschappelijke behoefte. Het advies behelst daarom veel meer dan een vernieuwing van het technisch georiënteerde bovenbouwvak Informatica. In hoofdstuk 2 wordt de term *digitale geletterdheid* ingevoerd voor datgene waar het advies zich op richt.

In het advies ligt de nadruk op havo en vwo, het deel van het voortgezet onderwijs dat het meest binnen het aandachtsgebied van de KNAW ligt. Het staat voor de commissie echter buiten kijf dat aandacht voor digitale geletterdheid op vmbo en ook in het primair onderwijs even belangrijk is. De uitwerking hiervan verdient aparte adviezen, uit te brengen door organisaties die daarvoor beter zijn toegerust.

Het advies richt zich op onderwijs *in* informatica en gerelateerde onderwerpen en niet, zoals gezegd, op onderwijs *met behulp van* informatietechnologie. De commissie is zich overigens bewust van de vele raakvlakken die er tussen beide bestaan.

Wellicht ten overvloede merken we op dat het advies niet het vergroten van de instroom in vervolgstudies in de informatica tot primair doel heeft. Hoe belangrijk dat

ook is, de vakken in het voortgezet onderwijs dienen een breder doel en dat geldt bij uitstek voor het onderhavige onderwerp.

De commissie heeft acht maal vergaderd en met regelmaat via e-mail gecorrespondeerd. Informatie over de situatie in het buitenland is verzameld via *desk research*, waarbij een dankbaar beroep is gedaan op persoonlijke contacten van de commissieleden, het Innovatie Attaché Netwerk (voorheen TWA-netwerk) en buitenlandse Akademies van Wetenschappen. In Nederland hebben delegaties van de commissie gesproken met betrokkenen uit onderwijs, bedrijfsleven en overheid over de noodzaak tot veranderingen, de gewenste inhoud van een nieuw curriculum en de manier waarop veranderingen doorgevoerd zouden kunnen worden; onze gesprekspartners staan vermeld in bijlage 1. De conclusies en aanbevelingen van de commissie worden gedeeld door de TWINS Raad van de KNAW, die het initiatief tot het uitbrengen van het advies heeft genomen.

1.4 Opzet van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft het belang van digitale informatie en communicatie in de huidige maatschappij en de vaardigheden en attitudes die scholieren op dit terrein moeten bezitten. Na een samenvatting van de onderwerpen die in de volgende hoofdstukken in meer detail aan de orde komen wordt de urgentie van de voorgestelde veranderingen in het onderwijs onderbouwd. Hoofdstuk 3 schetst de historie van informatica in het voortgezet onderwijs en de huidige stand van zaken. Hoofdstuk 4 brengt de situatie en de ontwikkelingen in een aantal belangrijke landen in kaart, met als doel hiervan te leren en de Nederlandse positie in internationaal perspectief te plaatsen. Hoofdstuk 5 doet aanbevelingen voor de hoofdlijnen van een nieuw onderwijsprogramma en voor de invoering ervan.

Daarmee heeft de commissie de vragen van het KNAW-bestuur beantwoord: vraag 1 in hoofdstuk 3, vraag 2 in hoofdstuk 4, vraag 3 in de eerste twee paragrafen van hoofdstuk 2, vragen 4 en 5 in hoofdstuk 5.

2. DIGITALE GELETTERDHEID

2.1 Een digitaal doordrenkte wereld

De digitalisering van informatie en communicatie is tot in alle geledingen van de maatschappij doorgedrongen. De sociale structuur, de creativiteit en de bedrijvigheid van onze geglobaliseerde samenleving veranderen voortdurend mee met de mogelijkheden die de digitalisering biedt. De maatschappij heeft hoge verwachtingen van toekomstige ontwikkelingen op dit terrein.

Dat een monitor kapot is ontdekken onze medewerkers niet meer doordat er een lampje gaat knipperen maar doordat de reizigers erover twitteren.

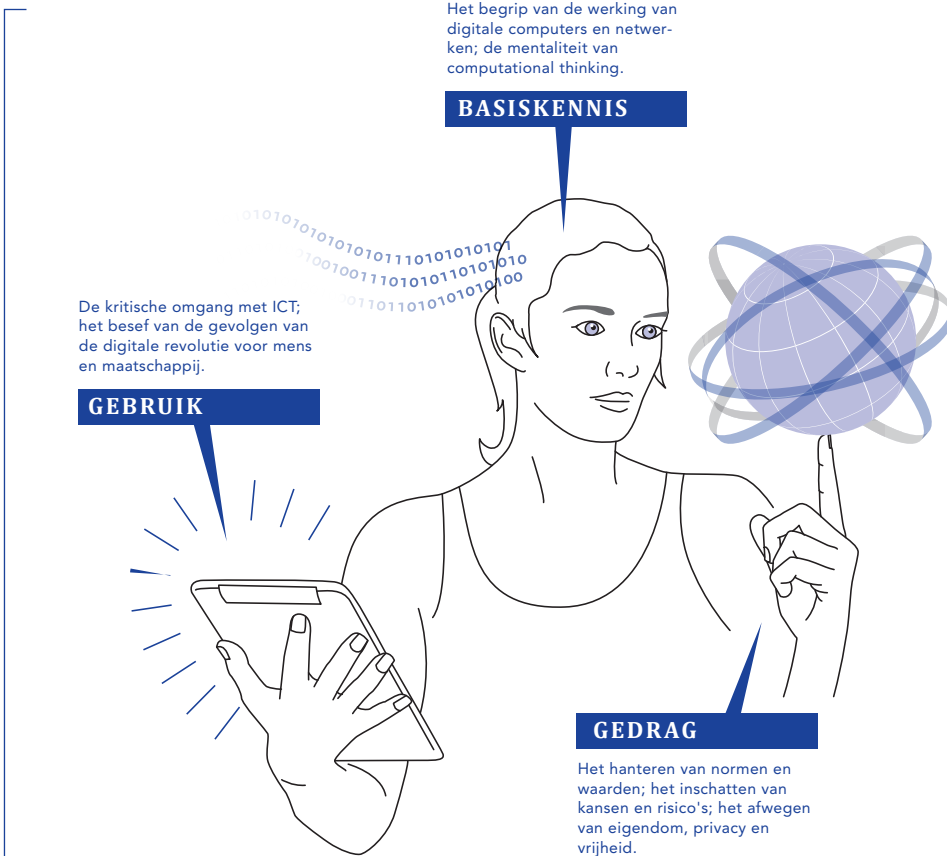
Kees Jans, CIO Schiphol

Centraal in deze ontwikkeling staat de omgang met informatie. De term *informatiemaatschappij* beklemtoont hoe belangrijk informatie in de 21ste eeuw is geworden. Mensen en apparaten wisselen gegevens, tekst, audio en video uit in ongekende hoeveelheden en via vele multimediale kanalen. Maatschappelijke vernieuwing en economische innovatie bouwen op informatie en op het vermogen daarmee om te gaan. Informatie over patiënten, faciliteiten, verpleegkundigen, artsen en resultaten stuurt het zorgproces in ziekenhuizen en gelieerde organisaties. Informatie over files, weg- en weercondities, vraag en aanbod stuurt de vervoersector. Informatie over consumentenvertrouwen, beursstemming en kwartaalcijfers stuurt de financiële sector. Informatie over aankopen en surfgedrag in het verleden stuurt reclame en marketing. Informatie over vrienden, reizen en sociale netwerken kleurt ieders digitale imago. De explosie van informatie maakt de wetenschap *data driven*. Iedereen maakt deel uit van de informatiemaatschappij, als producent van informatie, als consument van informatie en als schakel in het wereldomvattende informatienetwerk. Mens, maatschappij,

informatie en communicatie zijn nog nooit zo hecht met elkaar verbonden geweest, en deze verstrengeling neemt alleen maar toe.

2.2 Vaardigheden en attitudes

De commissie constateert dat het welvaren van het individu en van de maatschappij die door deze individuen wordt gevormd, direct afhangt van de wijze waarop allen effectief, efficiënt en weloverwogen met informatie omgaan. De basiskennis, -vaardigheden en -attitudes van de ontwikkelde mens omvatten meer dan de beheersing van taal en een onderlegdheid in rekenen. Zij omvatten ook het vermogen om informatie te begrijpen en doelgericht te gebruiken. In de visie van de commissie zijn vaardigheden in de digitale informatie en communicatie en het kunnen reflecteren op de impact, de beperkingen en de toekomstige ontwikkelingen ervan in de 21ste eeuw van groot belang. Zij zijn even onmisbaar als vaardigheden in taal en rekenen en inzicht in de betekenis en gevolgen daarvan. Wij duiden de nieuwe vaardigheden aan met de term *digitale geletterdheid (digital literacy)*.



Figuur 2. Digitale geletterdheid.

Evenals taalbeheersing en rekenvaardigheid is digitale geletterdheid een complex begrip. We onderscheiden drie componenten.

De eerste component omvat de **basiskennis** van digitalisering, computers en computernetwerken en de daarmee gepaard gaande houding die wel als *computational thinking* wordt omschreven. Dit houdt in dat men processen interpreteert in termen van het gestructureerd bewerken van informatie en dat men doorziet hoe communicatie de wereld in een netwerk heeft veranderd waarbij voor mens en machine informatie overal en altijd bereikbaar en uitwisselbaar is. *Computational thinking* is een voorwaarde om de gevolgen, de kansen en de risico's van de digitalisering van informatie en communicatie te kunnen begrijpen en beheersen.

De tweede component betreft het **gebruik** van informatie en communicatie en van het gereedschap dat daartoe beschikbaar is. Digitaal geletterden kunnen omgaan met standaardsoftware en -apparatuur en tonen daarbij leervermogen en een kritische houding. Ze zijn vertrouwd met de denkwijze van de informatie- en communicatietechnologie als oplossingsgerichte discipline. Zij beseffen dat ICT grote en vaak versturende gevolgen heeft voor bijna alle aspecten van het menselijk handelen. In het voortgezet onderwijs zijn hiervan talloze voorbeelden te vinden, die vaak een relatie leggen met andere vakken.

Digital literacy is a cross-cutting competency in practically all occupations.
Neelie Kroes, Eurocommissaris

De derde component betreft het **gedrag** en de rol van het individu. De manier waarop de digitalisering van informatie en communicatie ons leven en onze relatie met anderen beïnvloedt, heeft ethische, sociale, juridische en economische aspecten. Het hanteren van normen en waarden, het inschatten van kansen en risico's en het afwegen van eigendom, privacy en vrijheid zijn voortdurende uitdagingen om actief en verantwoord deel te nemen aan de informatiemaatschappij.

Samenvattend: de digitaal geletterde is digitaal denkend, digitaal vaardig en digitaal verantwoordelijk.

2.3 Onderwijs in digitale geletterdheid

In de 21ste eeuw moet onderwijs op het gebied van digitale geletterdheid een wezenlijk onderdeel zijn van het opleiden van kinderen en jongeren. Dit onderwijs brengt de kennis, vaardigheden en attitudes bij die nodig zijn om effectief, efficiënt en weloverwogen met informatie om te gaan en zo te komen tot een gebalanceerde en gezonde informatiemaatschappij met een slagvaardige en innovatieve economie. Het belang van digitale geletterdheid wordt alom onderkend in ontwikkelde landen.

De commissie heeft de situatie in binnen- en buitenland in kaart gebracht. We noemen hier enkele ontwikkelingen.

De Europese Commissie besteedt veel aandacht aan het onderwerp. Het initiatief "Ontwikkeling van E-competences" benadrukt *information and communication*

(technology) competences that can be used and understood by ICT user and supply companies, the public sector, educational and social partners across Europe (www.ecompetences.eu). De “Digitale Agenda”, een van de zeven thema’s in de Europese strategie voor 2020, ondersteekt het belang van digitale geletterdheid: *Europe’s future is inextricably linked to innovation. Europe was the cradle of the industrial revolution which structured our societies in the 20th century. Today with the emergence of the knowledge based economy, innovation is increasingly powered by new information and communication technologies. We must adapt ourselves to the new paradigm of the 21st century. Thus our society and tomorrow’s workforce must be both e-skilled and innovative* (www.europa.eu/information_society/digital-agenda).

Onderzoek in Amerika en Engeland identificeert de competenties voor werken in de 21ste eeuw. Zo noemt “Future Work Skills 2020” zes fundamentele veranderingen: *living longer, intelligent machines and systems, computational world, multimedia, supra-organization en global connectivity*. Daaruit volgen nieuwe eisen aan werknemers, waaronder *computational thinking, new media literacy en virtual collaboration* (www.iftf.org).

In onder andere Frankrijk, Duitsland, Zwitserland, Engeland, Zweden, Finland en Singapore wordt het informatica-onderwijs geherstructureerd of staat het ter discussie. De nadruk komt sterker dan in het verleden te liggen op het kunnen reflecteren op de impact, de beperkingen en de toekomstige ontwikkelingen van de digitalisering van informatie en communicatie.

Ook in Nederland is er aandacht voor het belang van digitale geletterdheid. De Raad voor Cultuur [2005] pleitte in zijn advies “Mediawijsheid: de ontwikkeling van nieuw burgerschap” voor meer aandacht voor het aanleren van *mediawijsheid*, hetgeen wordt gedefinieerd als het geheel van kennis, vaardigheden en mentaliteit waarmee burgers zich bewust, kritisch en actief kunnen bewegen in een complexe, veranderlijke en fundamenteel gemedialiseerde wereld. De Innovatie-agenda “ICT2030.nl” van ICTRegie [2009] en zijn academische pendant “Masterplan ICT” van het ICT-onderzoek Platform Nederland [2009] pleitten voor verbetering van ICT-onderwijs op havo en vwo, door samenwerking tussen hbo en universiteiten bij de opleiding van docenten en door investeringen in de bij- en nascholing van docenten. Ook de “Kennis en Innovatie Agenda 2011-2020” van o.a. KNAW, NWO, VSNU, VNO-NCW en SER (www.kennisinnovatieagenda.nl) geeft onderwijs in de ICT en inzet van ICT in het onderwijs een hoge prioriteit.

De “Digitale Agenda.nl” van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie [2011] stelt: *Een Nederland dat vergrijst en moet concurreren in een open wereldeconomie kan drie dingen doen: harder werken, langer werken en slimmer werken. De Digitale Agenda.nl focust op het laatste. Hoe kan ICT slim worden ingezet voor groei en welvaart? Welke randvoorwaarden zijn daarvoor nodig?* Twee actiepunten zijn *voldoende digitaal vaardige werknemers en digitale veiligheid en vertrouwen*. Voor beide is digitale geletterdheid een noodzakelijke voorwaarde.

ICT~Office [2012] pleit in een *position paper* voor een vernieuwing van het ICT-onderwijs in het voortgezet onderwijs, die op hoofdlijnen overeenkomt met de kern van dit advies.

Er zijn helaas geen tekenen die erop wijzen dat de brede instemming die deze beleidsdocumenten ontmoeten omgezet gaan worden in daadwerkelijke acties en investeringen. Toch blijven belanghebbende partijen uit onderwijs, bedrijfsleven en overheid onveranderlijk wijzen op het groeiende belang van digitale geletterdheid, zoals de citaten die in dit rapport zijn opgenomen illustreren.

2.4 Onderwijs in Nederland

Ondanks de evidente noodzaak om Nederlandse scholieren op te leiden tot digitaal geletterde wereldburgers, voorziet ons onderwijs hier niet in. De commissie constateert in het bijzonder dat er met de huidige vakken Informatiekunde en Informatica op havo en vwo op verscheidene fronten problemen worden ervaren. Al onze gesprekspartners delen de observatie dat beide vakken serieus tekortschieten wat betreft inhoud, kwaliteit en positie.

Het vak Informatiekunde in de onderbouw dateert uit 1994. Het was gericht op het verkrijgen van een *digitaal rijbewijs* door de leerlingen: vaardigheid met toetsenbord, beeldscherm en het gebruik van software voor tekstverwerking, berekeningen, presentaties en e-mail. Het vak is nagenoeg verdwenen.

Het examenprogramma van het keuzevak Informatica in de bovenbouw dateert uit 1995. Een herziening in 2007 betrof een verruiming van het aantal uren, die weliswaar het belang van het vak onderstreepte maar geen inhoudelijke vernieuwing bood. Het vak gaat over computers, programma's, systemen en bedrijfstoepassingen, niet over informatie, *computational thinking*, informatiestromen en communicatie in sociale netwerken. Het negeert de enorme ontwikkelingen in de digitalisering van informatie en communicatie en de impact daarvan in de afgelopen twintig jaar. Het vak is inhoudelijk uit de tijd.

De kwaliteit van het lesmateriaal is voor geen van beide vakken gegarandeerd. De examentermen zijn zo globaal geformuleerd dat elke docent er een eigen invulling aan kan geven. Het onderwijs stijgt vaak niet uit boven het niveau van het gebruiken van eenvoudige functies in softwarepakketten. De aansluiting bij vervolgopleidingen is daarmee onder de maat. Vrijwel alle opleidingen in het hoger onderwijs vragen juist om digitale geletterdheid, want dat is wat de afnemers, inclusief het bedrijfsleven, nodig hebben.

Ook de kwaliteit van de leraren is in het geding. Vaak is er van digitale geletterdheid geen sprake en zijn hun leerlingen al vaardiger met digitaal gereedschap. De uitstroom van – veelal omgeschoolde – docenten is door de leeftijdsopbouw hoog, de instroom van gekwalificeerde docenten is door de marginale status van het vak laag. De docentenopleiding Informatica is, na een initiële omscholingsimpuls voor 300 docenten, gereduceerd tot enkele tientallen. Veel docenten geven de vakken nu noodgedwongen onbevoegd.

Dit brengt ons op de zwakke positie van het vak Informatica. Slechts vijf procent van de havo- en vwo-leerlingen volgt het vak en het percentage daalt. Er is geen

centraal landelijk examen; voor de schoolexamens is er vrijwel geen kwaliteitstoetsing. De inspectie blijft passief.

Maar het kan wel. Er zijn scholen voor havo en vwo waar uitstekend informatica-onderwijs wordt gegeven door bevoegen docenten, gesteund door visionaire directies. Deze rolmodellen geven aan dat het toekomstbeeld dat de commissie voor ogen staat geen luchtkasteel is.

2.5 De kern van het advies

Met dit advies pleit de commissie ervoor het onderhavige gedeelte van het voortgezet onderwijs van de grond af opnieuw te ontwerpen. In onze visie vraagt digitale geletterdheid, net als taalbeheersing en rekenvaardigheid, om een vormingstraject dat iedereen gedurende langere tijd moet doorlopen. Er is daarom in het onderwijs behoefte aan voortdurende aandacht voor het onderwerp, waarbij eerst een gemeenschappelijke en solide basis wordt gelegd en later de mogelijkheid wordt geboden tot een individuele oriëntatie en verdieping. De kern van ons advies is daarmee tweeledig: *richt twee nieuwe vakken voor havo en vwo in en leid met spoed bekwame docenten op.*

Het eerste vak is een verplicht vak *Informatie & communicatie* in de onderbouw. Het biedt een brede oriëntatie in de basiskennis van digitalisering, computers en computernetwerken en het gebruik en de gevolgen ervan, met aandacht voor de rol van het individu in relatie tot maatschappij en economie en voor de ethische, sociale en juridische aspecten.

Het vak Informatie & Communicatie hoort in hetzelfde rijtje thuis als Nederlands, Wiskunde en Engels.
Bernd Taselaar, ICT~Office

Het tweede vak is een nieuw vak *Informatica* in de bovenbouw, dat leerlingen van alle profielen aanspreekt. Het bestaat uit een breed spectrum van modules, variërend van fundamentele tot toegepaste onderwerpen en deels ontwikkeld in samenwerking met andere disciplines, zoals geschiedenis, aardrijkskunde, maatschappijleer, economie, wiskunde, natuurkunde en levenswetenschappen. De modulaire opzet doet recht aan het dynamische karakter van het vak en aan de diversiteit van de leerlingen.

Voor de nieuwe vakken is een intensieve interactie met veel van de bestaande vakken zeer wenselijk. Bedenk daarbij dat digitale geletterdheid een dynamisch begrip is en zich, met de ICT, snel en onvoorspelbaar ontwikkelt. Het voortgezet onderwijs heeft vooral tot taak de leerlingen het vermogen bij te brengen deze ontwikkelingen het hoofd te bieden door te blijven leren en te durven denken.

De inrichting van deze vakken en de interactie met de bestaande vakken maken het urgent op grote schaal een nieuwe generatie van docenten op te leiden en zittende docenten bij te scholen. Een eerstegraads lesbevoegdheid in de Informatica moet een hogere status krijgen. Het hbo en de universitaire lerarenopleidingen moeten de handen ineen slaan om deze formidabele uitdaging het hoofd te bieden.

Ook in het primair onderwijs valt nog veel winst te behalen. Al valt dat buiten onze opdracht, we hechten eraan te melden dat de voorkennis van aankomende leerlingen in het voortgezet onderwijs zeer uiteenloopt. Velen van hen zijn handig met games en internet maar hebben geen notie van tekstverwerking, databeheer en -manipulatie. Structurele aandacht voor digitale informatie en communicatie op de basisschool, inclusief toezicht door de inspectie, is broodnodig. We wijzen daarbij op de spanning die kan ontstaan tussen de interactie met andere vakken enerzijds en de verankering van basisvaardigheden anderzijds. Digitale vaardigheid mag niet gaan ten koste van bijvoorbeeld zelf kunnen spellen en rekenen.

2.6 Urgentie

De huidige vakken Informatiekunde en Informatica hebben een marginale positie, schieten in veel opzichten kwalitatief tekort en zijn inhoudelijk uit de tijd. Brengen deze vakken de leerlingen de kennis bij die vandaag onmisbaar is? Het antwoord is nee, en het is urgent hier iets aan te doen.

Het directe argument hiervoor ligt in het onderwijs. Nederland heeft de plicht excellent onderwijs te blijven bieden. Daartoe dient het dit onderwijs voortdurend aan te passen aan de eisen van de tijd. In de 21ste eeuw biedt digitale geletterdheid de gemeenschappelijke vaardigheden en attitudes die van wezenlijk belang zijn voor de coherentie van de samenleving. De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap neemt echter ten aanzien van onderwijs in de digitale geletterdheid een passieve houding aan en ziet de situatie tot nu toe niet als urgent. De tegenstelling met vergelijkbare landen is opmerkelijk en zorgwekkend. Om geen verdere achterstand op te lopen moet Nederland dringend actie ondernemen.

Leerlingen komen in een digitale wereld waar nieuwe wetten gelden. Onderwijs moet hen daarop voorbereiden.

Sjoerd Slagter, voorzitter VO-Raad

Een afgeleid maar niet minder belangrijk argument voor de urgentie ligt in het vermogen tot maatschappelijke en economische innovatie. Nederland heeft de ambitie toonaangevende en vernieuwende bijdragen te leveren aan cultuur, wetenschap, technologie en industriële bedrijvigheid. Het kan zich geen evident zwakke plekken in de opleiding van zijn burgers veroorloven. Dit advies is van direct belang voor de Digitale Agenda.nl van de overheid. Een innoverend land is digitaal geletterd.

Even treffend als de eenvoud van deze argumentatie is de unanimiteit waarmee zij door onze gesprekspartners wordt ondersteund. Alle partijen die wij hebben gesproken, uit onderwijs, bedrijfsleven en overheid, delen de observatie dat de huidige vakken Informatiekunde en Informatica zijn achterhaald, steunen het centraal positioneren van het begrip digitale geletterdheid en het inrichten van twee nieuwe vakken zoals hierboven beschreven, onderstrepen de noodzaak tot interactie met andere vakken, en zien de opleiding van leraren als voornaamste knelpunt.

3. ONDERWIJS IN INFORMATICA: ANALYSE EN TEKORTKOMINGEN

3.1 Informatica, de benjamin van het onderwijs

Het Mathematisch Centrum in Amsterdam (MC, het huidige Centrum Wiskunde & Informatica) bood in het midden van de jaren vijftig een cursus “Programmeren voor automatische rekenmachines” aan. In deze cursus, gegeven door Van Wijngaarden, Dijkstra en Dekker, komt voor het eerst de aandacht voor het programmeren als wetenschappelijke activiteit naar voren.

Het Studiecentrum voor Administratieve Automatisering, eveneens in Amsterdam, verzorgde vanaf 1960 een algemene programmeurscursus, gegeven door onder anderen Kosten en Van der Poel (PTT) en Dijkstra (MC). Deze cursus was de opmaat tot een breed palet van cursussen dat het Studiecentrum vanaf 1964 aanbood onder de naam AMBI, “Automatisering en Mechanisering van de Bestuurlijke Informatievoorziening”. Zij waren bedoeld voor medewerkers van overheid en bedrijven die mainframes inzetten voor omvangrijke administratieve processen. De succesvolle AMBI-opleidingen waren door hun modulaire opzet hun tijd vooruit en vormden op hun beurt de aanzet tot hbo-opleidingen in de informatica. In 1971 startte de Hogere Informatica Opleiding, een technische opleiding met aandacht voor wiskunde, hardware, software en bedrijfstoepassingen in een vierjarig curriculum. In 1973 volgde de Bedrijfskundige Informatica Opleiding.

Dat het tot 1981 duurde tot de universitaire opleiding in de informatica tot stand kwam was te wijten aan een richtingensrijd, met de wiskundige Dijkstra en de accountant Frielink als tegenstrevers, waarbij de wiskundige informatica het won van de informatica als breed, “pan-disciplinair” vakgebied [Van Dael en Alberts, 2006].

We verwijzen naar [Van Oost et al., 1998; Van Dael, 2001; Van den Bogaard et al., 2008] voor de geschiedschrijving van de informatica en het onderwijs erin in Nederland en constateren dat in de 21ste eeuw de toon van het debat is veranderd. De computertechnologie die in de twintigste eeuw zo nieuw was, is een vanzelfsprekendheid geworden. De aandacht voor toepassingen en voor de economische en maatschappelijke aspecten van de informatica is gegroeid. De informatica-opleidingen in het hoger onderwijs zijn toegenomen in aantal, omvang en differentiatie. Door de interactie van het vak met toepassingsdomeinen zijn opleidingen gericht op bio-informatica, geoinformatica, creatieve technologie en communicatie & multimedia design ontstaan. Sinds enkele decennia worden er periodiek grote tekorten aan ICT-professionals aankondigd.

Voortgezet onderwijs. In de jaren zestig ontstonden er initiatieven om de kennis van computers te populariseren en een aanbod te ontwikkelen voor het voortgezet onderwijs. Wijdverbreid was het boekje “Computerwiskunde” van de Eindhovense hoogleeraar Seidel [1969]. In de jaren tachtig ontstond de term *burgerinformatica*, een begrip dat lijkt op wat we nu *digitale geletterdheid* noemen maar in de toenmalige praktijk neerkwam op elementair computergebruik.

Pas in de jaren negentig vond de informatica een bescheiden plaats in het voortgezet onderwijs. In de onderbouw kwam er een eerste oriëntatie op computergebruik, in de bovenbouw kwam een keuzevak, dat tien procent van de onderwijstijd kreeg toebedeeld. Een omscholingsimpuls voor 300 leraren zou het gebrek aan gekwalificeerde informaticadocenten opheffen.

Nu, bijna twintig jaar later, is het onderbouwwak Informatiekunde vrijwel verdwenen en kiest slechts vijf procent van de leerlingen het bovenbouwwak Informatica. Het aanbod van het keuzevak kalft af, veel omgeschoolde docenten naderen hun pensioen, de docentenopleiding staat in de vrieskist. Slechts een handvol leraren volgt nog de omscholing tot informaticadocent.

3.2 Het onderbouwwak Informatiekunde

Het onderbouwwak Informatiekunde voor havo en vwo startte in 1994. Het was gericht op het opdoen van vaardigheid in het omgaan met toetsenbord en beeldscherm en in het gebruik van software voor tekstverwerking, berekeningen, presentaties en e-mail. Deze vaardigheid werd vastgelegd in een *computerrijbewijs*, een voorloper van het *European Computer Driving License*, dat in 1996 werd ingevoerd.

Na vijf jaar evalueerde de Inspectie van het Onderwijs [1999] het vak. We citeren uit het rapport: *Informatiekunde in de basisvorming is een uitgesproken practicumvak. Tijdens de lessen ligt de nadruk op het praktisch werken met de computer en toepassingen. Daarmee blijkt Informatiekunde meestal een knoppencursus te zijn, waarin de leraar als ‘troubleshooter’ optreedt. Integratie van computertoepassingen in andere vakken komt nog weinig voor en daarom heeft zich op de meeste scholen nog geen leergebied informatiekunde (...) ontwikkeld. Omdat steeds meer leerlingen met de nodige*

computervaardigheden aan het voortgezet onderwijs beginnen, dreigt het vak zich in de huidige vorm overbodig te maken. Een herbezinning op de inhoud van het vak is gewenst. (...) Er is in de lessen (...) weinig aandacht voor de ontwikkeling van het zogenoemde 'functionele' of 'mentale' beeld over de werking van de computer bij leerlingen en voor de ontwikkeling van informatievaardigheden. Er is te weinig tijd en aandacht voor reflectie op het eigen handelen door leerlingen.

Het delen van informatie heeft ook een sociale functie. Jongeren delen soms hun password met vrienden als teken van genegenheid.

Joris van Hoboken, voorzitter Bits of Freedom

Anno 2012 is de inhoud van het vak ingebed in het primair onderwijs, vaak impliciet door het gebruik van e-books, tablets, smartphones en digiborden door de leerlingen zelf. Veel basisschoolleerlingen zijn nu computervaardig op het niveau dat tien jaar geleden nog in de onderbouw van het voortgezet onderwijs werd onderwezen. Digitale leermiddelen verdringen de klassieke en ondersteunen de leerlingen bij individuele leer- en ontwikkelprocessen.

De commissie staat afwijzend tegenover informatica-onderwijs op havo of vwo met een instrumenteel doel, zoals het bedienen van apparatuur, het bouwen van een website of het ontwikkelen van specifieke applicaties. Er zijn nauwelijks generieke educatieve elementen aan te ontlenen, de meeste leerlingen leren deze vaardigheden elders al, en de technologie ontwikkelt zich snel en onvoorspelbaar. Een computerrijbewijs legt de eindtermen van "het omgaan met een computer" vast, wat nu juist niet te doen is. Weinig is zo dynamisch als de computer en het web.

3.3 Het bovenbouwvak Informatica

Het examenprogramma van het keuzevak Informatica in de bovenbouw van havo en vwo werd vastgesteld in 1995. Het was toen een degelijk en breed programma. Een latere herziening [SLO, 2007] betrof een verruiming van het aantal uren: van 280 naar 440 voor vwo, van 240 naar 320 voor havo. Deze onderstreepte het belang van het vak maar leverde geen inhoudelijke vernieuwing op.

De stof van het keuzevak is verdeeld over vier domeinen.

Domein A, *Informatica in perspectief*, bestaat uit vier subdomeinen. De subdomeinen *Wetenschap en technologie* en *Maatschappij* zijn retrospectief en instrumenteel van aard. Het beeld van informatica als veroorzaker van veranderingen en van ICT als disruptieve technologie komt niet aan bod. Het subdomein *Studie en beroepsomgeving* betreft de klassieke rolverdeling tussen gebruiker, opdrachtgever en ICT-er. Het subdomein *Individu* gaat over werken in projectverband volgens het watervalmodel en over normen en waarden vanuit juridisch oogpunt. De laatste twee subdomeinen behoren niet tot het kernprogramma en zijn pro memorie opgenomen in de verdiepingsprogramma's voor havo en vwo.

Domein B, *Basisbegrippen en vaardigheden*, en domein C, *Systemen en hun structurering*, hebben betrekking op de basis en de toepassingen. De basis omvat de digitale codering van gegevens, architectuur, programmatuur, communicatie en netwerken, operating systems en databases. De behandelde toepassingen zijn overwegend bedrijfsmatig van aard, met nadruk op een gestructureerde projectaanpak.

Domein D, *Toepassingen in samenhang*, behoort tot de verdiepingsprogramma's voor havo en vwo. Een groep leerlingen voert gezamenlijk een systeemontwikkelingsproject uit.

Digitaal alfabetisme moet tegenwoordig een ontegenzeggelijk onderdeel zijn van de startkwalificatie voor de arbeidsmarkt.

VNO-NCW, MKB-Nederland, LTO Nederland in Nederland moet het weer gaan verdienen; duurzame groei door ondernemerschap

Het "Vakdossier Informatica 2003" [SLO, 2003] constateert dat het vak mank gaat aan verkeerde beeldvorming, het te technische karakter, gebrekkige vakdidactische kennis, tekortkomingen in de lesmethoden, en een gebrek aan toetsingsmateriaal en praktische opdrachten. De vraag naar het vak liep terug, en daarmee het aanbod van het vak en de aanpassing ervan. Het bleek niet mogelijk de neerwaartse spiraal te doorbreken.

Het vak Informatica gaat over computers, programma's, systemen en bedrijfstoepassingen, niet over informatie, *computational thinking*, informatiestromen en communicatie in sociale netwerken. Het negeert de enorme ontwikkelingen in de digitalisering van informatie en communicatie en de impact daarvan in de afgelopen twintig jaar. Het web komt niet in de eindtermen voor.

Domein A en een deel van domein B horen, na een grondige vernieuwing, thuis in het door ons voorgestelde verplichte onderbouwvak Informatie & communicatie. De rest van de stof kan, eveneens na modernisering, zijn weg vinden naar de modules van een nieuw bovenbouwvak Informatica.

4. SITUATIE EN ONTWIKKELINGEN IN HET BUITENLAND

4.1 Nederland in internationaal perspectief

De discussie over de vraag hoe leerlingen in het voortgezet onderwijs optimaal kunnen worden voorbereid op de informatiemaatschappij speelt ook in het buitenland. De commissie heeft daarom de stand van zaken in een zevental leidende kenniseconomieën in kaart gebracht. Dit hoofdstuk schetst een compact beeld van de situatie en ontwikkelingen in Frankrijk, Duitsland, Zwitserland, het Verenigd Koninkrijk, Zweden, Finland en Singapore.

De keuze van deze landen is gebaseerd op een informele peiling onder deskundigen in binnen- en buitenland naar landen die een voorbeeld stellen wat betreft het voortgezet onderwijs in de informatica. Merk op dat de gekozen landen, met Nederland, de plaatsen 1 t.e.m. 6, 8 en 21 bezetten op de lijst van meest concurrerende economieën, opgesteld door het *World Economic Forum* [2012].

Als wij willen dat onze kinderen voluit mee kunnen in de ontwikkelingen van vandaag en morgen, en als Nederland koploper wil zijn in een kennis en high-tech economie, moeten we investeren in de digitale vaardigheden van onze jeugd.

Jaap Smit, voorzitter CNV

De discussie in het buitenland is vergelijkbaar met die in Nederland. Ook elders werd in de jaren negentig de informatica in het voortgezet onderwijs ingevoerd, waarbij het leren omgaan met informatietechnologie het voornaamste leerdoel was. Ook daar realiseert men zich dat die aanpak gedateerd is en dat in de 21ste eeuw digitale

geletterdheid centraal moet staan. De verkeerde beeldvorming van het vak en de matige opleiding van docenten zijn niet beperkt tot Nederland. Wat betreft de *meningsvorming* over het onderwerp loopt ons land dus niet bijzonder voor of achter.

De *inrichting* van het onderwijs in de zeven besproken landen verschilt. Er is echter een tendens zichtbaar die aansluit bij de kern van dit advies, zoals samengevat in paragraaf 2.5. Het onderwijs in de onderbouw benadrukt, naast de basiskennis, vooral de componenten gebruik en gedrag. De leerling wordt daarbij niet geleerd om te gaan met (veelal bekend) ICT-gereedschap maar te begrijpen wat de gevolgen en beperkingen zijn van het gebruik ervan, in relatie tot zichzelf, andere vakken en de maatschappij. De bovenbouw legt de nadruk meer op de technische aspecten van computers en computernetwerken. Zwitserland en Frankrijk zijn op dit punt koplopers met de invoering van een nieuw, technisch georiënteerd, curriculum voor de bovenbouw. Dit advies bepleit een bredere opzet van het bovenbouwcurriculum, dat niet louter een bèta-oriëntatie mogelijk maakt maar ook leerlingen in andere profielen aanspreekt.

Het Verenigd Koninkrijk en Nederland dreigen achterop te geraken. De Britse overheid stemt in met een krachtig advies van de *Royal Society* maar laat de uitwerking ervan over aan het onderwijsveld. In ons land is de politieke betrokkenheid bij het onderwerp kleiner dan elders. De uitdaging voor Nederland is om het niet bij discussies en adviezen te laten, maar om, evenals vergelijkbare landen, actie te ondernemen en de ontwikkeling en realisatie van nieuwe vormen van informatica-onderwijs ter hand te nemen. Slechts dan kan Nederland zich met de koplopers blijven meten.

4.2 Frankrijk

Sinds 2002 is informatica opgenomen in het Franse curriculum voor de *onderbouw* (11–15 jaar). Het programma heet B2i en heeft als doel dat elke toekomstige burger ICT verstandig kan gebruiken en inzicht heeft in de mogelijkheden en onmogelijkheden ervan, met een kritische blik weet te kijken naar de gevolgen van het gebruik, en de juridische en sociale grenzen van het gebruik kent.

Het is belangrijk dat de nieuwe vakken deel uitmaken van een doorlopende leerlijn informatica met aandacht voor samenwerking met andere vakken.

Fred Mulder, ex-rector magnificus OU

Informatica loopt als een rode draad door alle vakken. De leerlingen maken zich de vereiste kennis, vaardigheden en attitudes eigen met aandacht voor zaken als eigendom, veiligheid en privacy. Dit wordt getoetst voor het *brevet*, dat toegang geeft tot de bovenbouw. Voor het volledige curriculum, zie <http://eduscol.education.fr/numerique>.

Voor de *bovenbouw* is in 2012 een nieuw, nogal technisch georiënteerd, vak Informatica ingevoerd in het *lycée*, de twee jaar na het *brevet*. Het vak wordt alleen in de exacte eindexamenrichting gegeven en is daar verplicht. Er zijn vier thema's: representatie van informatie, algoritmen, programmeertalen en architectuur [Eduscol, 2011].

De opleiding en omscholing van docenten voor dit vak heeft plaats op twee

onderwijsacademies in Versailles en Grenoble. [Dowek, 2011] is een handboek voor deze docenten.

4.3 Duitsland

In Duitsland zijn de deelstaten autonoom in het regelen van het onderwijs. Iedere deelstaat besteedt aandacht aan informatica, maar er zijn grote verschillen in de manier waarop dit gebeurt [Starruß & Timmermann, 2011]. Sachsen heeft bijvoorbeeld een verplicht vak *Technik und Computer* in *Jahrgangsstufen* 7 en 8; Mecklenburg-Vorpommern kent een verplicht vak *Arbeit-Wirtschaft-Technik und Informatik*.

Om richting te geven aan de ontwikkeling van nieuwe curricula heeft het *Gesellschaft für Informatik* [2008] standaarden voor het informatica-onderwijs opgesteld. Daarbij worden vijf kennisgebieden onderscheiden: gegevens en informatie; algoritmen; talen en automaten; informatiesystemen; informatica, mens en maatschappij. Er zijn kerndoelen uitgewerkt voor de *Jahrgangsstufen* 5–6 en 8–10.

Het *Bundesministerium für Bildung und Forschung* [2010] heeft de competenties in kaart laten brengen die burgers moeten hebben op het gebied van de *media literacy*. Deze competenties zijn geclusterd in vier thema's: informatie en weten, communicatie en samenwerking, identiteit, virtuele werelden en productief gebruik. Het advies moet dienen als leidraad bij de onderwijsontwikkeling.

4.4 Zwitserland

Sinds 2008 is Informatica een keuzevak voor de Zwitserse gymnasia [WBZ CPS, 2009]. De invulling en omvang ervan worden kantonaal geregeld. De omvang varieert van twee tot acht *Jahreswochen*; een *Jahreswoche* komt overeen met 40 lessen van 45 minuten. Het aantal scholen dat het keuzevak aanbiedt is gegroeid van 26 in 2008 tot 114 in 2011. Knelpunt is de beschikbaarheid van bevoegde leraren. Er zijn omscholingscursussen voor docenten uit andere vakken, die in 2009 door zo'n 110 docenten gevolgd werden.

Voor veel scholen is Informatica een nieuw vak. Sommige scholen boden eerder een vak aan dat vergelijkbaar is met Informatiekunde in Nederland. Het nieuwe vak is technisch van aard maar op moderne leest geschoeid. De kerndoelen zijn verdeeld in basiskennis, basisvaardigheden en attitudes [EDK, 2008].

[*Het opleiden van leerkrachten voor de nieuwe vakken is de grootste uitdaging.*
René Franquinet, ex-voorzitter Vereniging I&I]

4.5 Verenigd Koninkrijk

In het Verenigd Koninkrijk speelt een discussie over *computing* in het voortgezet onderwijs die vergelijkbaar is met die in Nederland. *Computing* heeft daarbij een brede betekenis. Het omvat alles wat te maken heeft met computers, computersystemen en

de onderliggende wetenschappelijke inzichten rond informatie en informatica.

Een rapport van de *Royal Society* [2012] concludeert dat de huidige invulling van het vak niet voldoet. Het curriculum is te breed om uitvoerbaar te zijn en te flexibel om een redelijk niveau te garanderen. Een groot deel van de voorgeschreven stof komt in de praktijk niet aan bod. De docenten hebben de ruimte het vak tot een laag niveau van *basic digital literacy* terug te brengen, wat de leerlingen niet inspireert. Er is een gebrek aan competente docenten, aan nascholing voor docenten en aan een goede ICT-infrastructuur op scholen. Het advies pleit ervoor om het belang van het vak te erkennen en de status ervan te verbeteren. Het doet aanbevelingen om de aan de gang zijnde nationale curriculumherziening te gebruiken om ook dit vak te herzien en de (na)scholing van docenten te verbeteren. Het geeft echter geen concrete aanzet tot een nieuw curriculum.

De Britse Minister van Onderwijs noemt het huidige vak demotiverend en saai maar streeft geen (langdurige) herziening na. Hij heeft scholen de vrijheid gegeven om met ingang van september 2012 het vak zelf in te vullen en alle partijen, waaronder universiteiten en bedrijven, opgeroepen om gezamenlijk nieuwe curricula en examens te ontwikkelen. De *British Computer Society* coördineert een initiatief in deze richting (academy.bcs.org).

De *Royal Society* heeft als onderdeel van het adviestraject *computing in schools* in Finland, Japan, Massachusetts (USA), Ontario (Canada) en Singapore vergeleken [Sturman en Sizmur, 2011]. Het blijkt dat de benadering van het onderwerp wisselt. Het gebruik van ICT als gereedschap wordt in alle onderzochte landen onderwezen; veilig gebruik van ICT komt meestal aan de orde. De leeftijd waarop dit onderwijs begint varieert van zes jaar in Ontario en Massachusetts tot twaalf jaar in Singapore. Technische onderwerpen zoals programmeren komen minder vaak in het programma voor, en dan pas in de bovenbouw.

4.6 Zweden

In Zweden is de inhoud van het onderwijs deels op gemeentelijk niveau geregeld. Informatica is niet op elke middelbare school een verplicht vak. Het gebruiken en toepassen van ICT is wel vaak opgenomen in andere vakken.

De overheid wil de positie van Zweden als leidend ICT-land behouden. De Digitale Agenda voor Zweden [Government Offices of Sweden, 2011] vermeldt als doelstelling: *Schoolchildren must, and teachers should, have access to modern learning tools that are required for up-to-date education. Every pupil, on completing primary and lower secondary school, must be able to use modern technology as a tool for knowledge seeking, communication, creation and learning.* Het verhogen van het vaardigheidsniveau van de docenten is een belangrijk punt in de uitvoering van de plannen.

4.7 Finland

Finland is wat betreft onderwijsresultaten een toonaangevend land. In de *PISA benchmark* uit 2009 (www.oecd.org/pisa) staat het op de derde plaats, na Shanghai op de eerste en Zuid-Korea op de tweede plaats. Nederland bezet de tiende plaats.

ICT speelt een belangrijke rol in de Finse economie. De overheid stimuleert het gebruik van ICT op scholen. Het curriculum voor het voortgezet onderwijs bevat geen vak Informatica. Wel is er een breed thema *Technology and society*, met de volgende kerndoelen:

- *understand and be able to assess the relationship of people with modern technologies and know how to assess the effects of technology on lifestyles, society and the state of the natural environment;*
- *be able to assess the ethical, economic, welfare and equality aspects steering the development of technologies and take a justified stance on alternative technological solutions;*
- *understand interactions between technology and the economy and be able to assess the effects of different technological solutions on the content of work and employment opportunities.*

The need for traditional knowledge and skills in school subjects like maths, languages, arts, and science is not being displaced by a new set of skills; in fact, students who (...) master higher math skills (...) will have a distinct advantage over their peers.

Neelie Kroes, Eurocommissaris

Ook in Finland zijn er zorgen. De *Finnish National Board of Education* heeft eind 2011 geconstateerd dat het onderwijssysteem de leerlingen te weinig voorbereidt op de *21st century skills* en een oproep gedaan om een agenda voor verandering op te stellen. Finland was een van de eerste deelnemers aan het project *The Assessment and Teaching of 21st-Century Skills*. Dit onderzoeksproject wordt uitgevoerd door de University of Melbourne en gesponsord door Cisco, Intel en Microsoft; zie www.atc21s.org. Het moet voorstellen opleveren hoe deze vaardigheden beoordeeld en aangeleerd kunnen worden.

4.8 Singapore

In Singapore bestaan naast de nationale scholen veel (internationale) privéscholen, waardoor het lastig is een volledig beeld te krijgen van de situatie. Een technische stroom in het voortgezet onderwijs kent een keuzevak *Computer applications*, met als doelstelling *students to be technologically adept as effective citizens, and to function and*

contribute effectively in an increasingly technologically-driven world. Het vak bestaat uit modules die zijn gericht op het verkrijgen van computervaardigheid: basiscomputerkennis, computers in dagelijks leven, computer graphics, tekstverwerken, spreadsheets en multimediapresentaties.

5. AANBEVELINGEN

5.1 Vijf aanbevelingen voor OCW en EZ

Aan de basis van dit advies staan twee observaties:

- De huidige vakken Informatiekunde en Informatica op havo en vwo zijn onder de maat en uit de tijd.
- De middelbare scholier van de 21ste eeuw moet onderwezen worden in de digitale geletterdheid, een onmisbaar deel van de basisvaardigheden van de ontwikkelde mens.

Digitale geletterdheid vraagt om een vormingstraject dat iedereen gedurende langere tijd moet doorlopen. Het onderwerp hoort daarom in het onderwijs thuis. Het onderwijs dient er voortdurende aandacht aan te besteden, en wel op zodanige wijze dat iedere leerling erdoor wordt aangesproken, ongeacht zijn of haar oriëntatie.

Deze overwegingen brengen de commissie tot vijf aanbevelingen, die ruime steun genieten van onze gesprekspartners uit onderwijs, bedrijfsleven en overheid. Vier ervan zijn gericht aan de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap:

AANBEVELING 1

Voer een nieuw verplicht vak *Informatie & communicatie* voor de onderbouw van havo en vwo in. Dit dient een breed en compact inleidend vak te zijn, dat de essentiële aspecten van digitale geletterdheid tot onderwerp heeft.

AANBEVELING 2

Voer een grondige vernieuwing van het keuzevak *Informatica* voor de bovenbouw van havo en vwo door. Het vak dient door een flexibele en modulaire opzet actueel te blijven en leerlingen van alle profielen aan te spreken.

AANBEVELING 3

Stimuleer de interactie tussen deze vakken en de andere schoolvakken.

AANBEVELING 4

Geef prioriteit aan de opleiding van een nieuwe generatie docenten met nieuwe vaardigheden en attitudes. Draag het hbo en de universiteiten op hierbij samen te werken.

De vijfde aanbeveling is gericht aan de Minister van Economische Zaken:

AANBEVELING 5

Bevorder het onderwijs in de digitale geletterdheid, in samenhang met de initiatieven die de Minister van OCW neemt. U brengt daarmee de realisatie van Uw Digitale Agenda.nl dichterbij.

De Minister van OCW heeft de laatste jaren terecht fors geïnvesteerd in het verbeteren van basisvakken als Nederlands, Wiskunde en Engels in het voortgezet onderwijs. Dit mag niet de flexibiliteit beperken die nodig is om aandacht te besteden aan onze aanbevelingen, die zeker even urgent zijn. Het voortdurend vernieuwen van ons onderwijs is geen ideële zaak maar dient de kracht van onze maatschappij en onze economie.

5.2 Het onderbouwwak Informatie & communicatie

Waar iedereen voortdurend te maken heeft met digitale informatie en communicatie, ontbreekt bij veel leerlingen in het voortgezet onderwijs een basaal inzicht in de aard en de rol ervan. De commissie pleit daarom voor de invoering van een nieuw verplicht vak *Informatie & communicatie* (I&C) in de onderbouw van havo en vwo, dat een brede oriëntatie biedt in de basiskennis van digitalisering, computers en computernetwerken en het gebruik en de gevolgen ervan, met aandacht voor de rol van het individu in relatie tot maatschappij en economie en voor de ethische, sociale en juridische aspecten. Iedere leerling op havo en vwo moet het vak kunnen volgen, ongeacht het profiel dat hij of zij later kiest. Op termijn kan het vak, in aangepaste vorm, ook op het vmbo gegeven worden.

Het vak zou een omvang moeten hebben van twee contacturen per week, eventueel verspreid over twee jaren. Het dient ontwikkeld te worden in samenspraak tussen het Ministerie van OCW, SLO, de VO-Raad, het hoger onderwijs, Kennisnet, het Platform Bèta Techniek, de Vereniging I&I en uitgevers. De Inspectie van het Onderwijs moet toezien op naleving van de landelijke eisen.

Al gaan de technologische ontwikkelingen nog zo snel, begrip van de basisconcepten blijft altijd waardevol.

Maarten Hillenaar, Rijks-CIO

Het vak I&C bestaat uit drie componenten, die gericht zijn op *basiskennis, gebruik* en *gedrag*. Hieronder schetsen we een mogelijke inhoud van deze componenten. We willen daarbij uitdrukkelijk niet suggereren dat zij los van elkaar staan. Integendeel, in elke les zullen aspecten van elke component aan de orde komen.

Basiskennis. De eerste component omvat de basiskennis van digitalisering, computers en computernetwerken en de daarmee gepaard gaande houding van *computational thinking*. Dit houdt in dat de leerling processen interpreteert in termen van het gestructureerd bewerken van informatie en doorziet hoe communicatie de wereld in een netwerk heeft veranderd waarbij voor mens en machine informatie overal en altijd bereikbaar en uitwisselbaar is. *Computational thinking* is een voorwaarde om de gevolgen, de kansen en de risico's van de digitalisering van informatie en communicatie te kunnen begrijpen en er verantwoord mee te kunnen omgaan.

We noemen de volgende essentiële basisconcepten:

- informatie, binaire representatie, digitalisering;
- algoritmiëk, de principes van programmeren;
- architectuur en werking van computers; databases; wat gebeurt er als je een berekening uitvoert?
- structuur en werking van computernetwerken zoals internet; belang van standaarden zoals IP en HTML; wat gebeurt er als je een e-mail verstuurt?

Gebruik. De tweede component betreft het gebruik van digitale informatie en communicatie en van het gereedschap dat daartoe beschikbaar is. Digitaal geletterde leerlingen kunnen omgaan met standaardsoftware en -apparatuur en tonen daarbij een kritische houding. Ze zijn vertrouwd met de denkwijze van de ICT als oplossingsgerichte discipline. Zij beseffen dat ICT grote en vaak versturende gevolgen heeft voor bijna alle aspecten van het menselijk handelen. In het onderwijs zijn hiervan talloze voorbeelden te vinden, die vaak een relatie leggen met andere vakken.

We noemen de volgende karakteristieke onderwerpen:

- ontwikkeling in perspectief: geschiedenis van gedachtengoed, techniek en toepassingen; onvoorspelbaarheid van de digitale revolutie;
- verzamelen van informatie: bronnen, zoekmachines; presentatie van informatie; betrouwbaarheid en kwaliteit van informatiebronnen;
- opslaan en beveiligen van informatie; waar staan de gegevens eigenlijk? wie kan erbij?
- systemen: kwetsbaarheid (virussen, hacking, spam); internetdiensten, encryptie; applicaties voor mobiele apparatuur;
- sociale netwerken; hoe wordt je profiel opgebouwd? hoe worden advertenties op jouw voorkeuren afgestemd?

Door de digitalisering zijn kansen en risico's ontstaan. Onze jonge mensen moeten we hiervoor gevoel geven.

Corien Prins, hoogleraar recht en informatisering, lid WRR

Gedrag. De derde component betreft het gedrag en de rol van het individu. De manier waarop de digitalisering van informatie en communicatie ons leven en onze relatie met anderen beïnvloedt, heeft ethische, sociale, juridische en economische aspecten. Het hanteren van normen en waarden, het inschatten van kansen en risico's en het afwegen van eigendom, privacy en vrijheid zijn voortdurende uitdagingen om actief en verantwoord deel te nemen aan de informatiemaatschappij.

We noemen de volgende wezenlijke aspecten:

- ethische aspecten: normen en waarden; hoe ga je met je identiteit en met die van anderen om?
- sociale aspecten: interactie in sociale netwerken, privacy, cyberpesten, cybercriminaliteit;
- juridische aspecten: eigendom, copyright, auteursrecht, downloaden;
- economische aspecten: economie van de informatie, persoonsgegevens als ruilmiddel.

I&C vs. Maatschappijleer. Waar loopt de grens tussen de vakken I&C en Maatschappijleer? Neem als voorbeeld het concept "identiteit": het is filosofisch van aard; de implementatie ervan via facebook en twitter is slechts een technisch aspect. Een uitgangspunt kan zijn dat I&C zich richt op *hoe* een identiteit op sociale media wordt opgebouwd, *hoe* de kansen die dit biedt worden gegrepen en *hoe* misbruik wordt voorkomen, terwijl Maatschappijleer zich richt op *wat* de consequenties zijn voor het individu.

Het is hier niet de plaats deze vraag in meer detail te beantwoorden. We laten dit aan de ontwikkelaars van het vak I&C en merken op dat het een volstrekt natuurlijke relatie betreft tussen het nieuwe vak en een bestaand vak. Zie ook paragraaf 5.4.

5.3 Het bovenbouwwak Informatica

Het bestaande keuzevak *Informatica* voor de bovenbouw van havo en vwo is door de tijd achterhaald en aan een zeer grondige vernieuwing toe. Het examenprogramma dient geheel te worden herschreven en het nieuwe vak dient aantrekkelijk te zijn voor leerlingen van alle profielen. Door de snelle en onvoorspelbare ontwikkeling van de ICT zijn leerboeken vaak al verouderd wanneer ze verschijnen. De commissie pleit daarom voor de inrichting van een of meer landelijk gecoördineerde flexibele leeromgevingen met een verscheidenheid van modules en keuzemogelijkheden. De opzet van het bèta-combinatievak Natuur, leven en technologie (NLT, zie <http://betavak-nlt.nl/>) kan hierbij als voorbeeld dienen.

Het nieuwe vak Informatica is echter geen bètavak. Het is een verbindend vak dat leerlingen van alle profielen aanspreekt. Het bestaat uit een breed spectrum van

modules, variërend van fundamentele tot toegepaste onderwerpen en deels ontwikkeld in samenwerking met andere disciplines, zoals geschiedenis, aardrijkskunde, maatschappijleer, economie, wiskunde, natuurkunde en levenswetenschappen. De modulaire opzet doet recht aan het dynamische karakter van het vak en aan de diversiteit van de leerlingen.

Bij het opzetten van een nieuw vak moet je ook bedenken hoe dit gecertificeerd kan worden. Met het vak NLT zijn hiermee goede ervaringen opgedaan.

Erik Barendsen, hoogleraar vakdidactiek en onderwijsontwikkeling

Het vak dient ontwikkeld te worden in samenspraak tussen het Ministerie van OCW, SLO, de VO-Raad, het hoger onderwijs, Kennisnet, het Platform Bèta Techniek, de Vereniging I&I en uitgevers. Door zijn modulaire opzet leent het zich niet voor een centraal examen. Een schoolexamen volstaat, mits er landelijke minimumeisen zijn die door de Inspectie van het Onderwijs worden gecontroleerd. De eisen kunnen verschillen per profiel. De samenwerking tussen scholen bij de ontwikkeling en kwaliteitsbewaking van modules moet worden aangemoedigd.

Alle aspecten van de informatica kunnen bij dit keuzevak, op een passend niveau, aan de orde komen. Als voorbeeld schetsen we hier vier modules, één voor elk van de profielen.

Programmeertalen (profiel Natuur & Techniek). Software wordt geschreven in een programmeertaal. In deze module worden de verschillende soorten programmeertalen met elkaar vergeleken: machinetalen, assemblertalen, imperatieve talen, declaratieve talen en functionele talen – van het *hoe* naar het *wat*. Hun voor- en nadelen en hun expressiviteit worden behandeld. Hier hoort ook een stuk geschiedenis bij. Aan de hand van voorbeelden wordt, eventueel in pseudocode, geschetst hoe een probleem geformuleerd in een hogere taal (het *wat*) door een machine kan worden vertaald naar een lagere taal (het *hoe*).

Elektronisch patiëntendossier (profiel Natuur & Gezondheid). Via het elektronisch patiëntendossier (EPD) kunnen zorgverleners informatie uitwisselen over patiënten en hun medicijngebruik. De wet die het landelijk EPD zou regelen is in 2011 door de Eerste Kamer verworpen. Toch wenst de Tweede Kamer dat er gebruik wordt gemaakt van de al aangelegde ICT-infrastructuur; ook de zorgsector wil dat. In deze module wordt de leerlingen gevraagd degenen die belang hebben bij het EPD te inventariseren en de positieve en negatieve aspecten van hun deelname aan het EPD te beschrijven. Wat zijn de minimale gedragscodes en systeemeisen die voor de verschillende belanghebbenden moeten gelden? Hoe kan privacy worden gewaarborgd?

Genetwerkte samenleving (profiel Economie & Maatschappij). ICT veroorzaakt grote veranderingen in alle sectoren van onze maatschappij. Doordat ICT mensen, informatie en systemen verbindt, ontstaat een genetwerkte samenleving, die bijvoorbeeld

leidt tot een andere dynamiek in financiële markten en economische ketens en tot een grote invloed van sociale media op de traditionele nieuwsmedia. Deze module behandelt thema's zoals de eigenschappen van *small world* netwerken; verstoring van de economie waarbij nieuwe vormen van bedrijvigheid ontstaan; nieuwe vormen van marketing die gebruikmaken van sociale media en zoekgedrag; de evolutie van hiërarchische naar genetwerkte organisaties; de burger als journalist; en identiteitsmanagement, privacy en veiligheidsaspecten van sociale media.

Rekenen aan taal (profiel Cultuur & Maatschappij). Deze module gaat over het detecteren en analyseren van verschillen in woord en taalgebruik. Per persoon, per onderwerp en per periode zijn er opmerkelijke verschillen, die met relatief eenvoudig gereedschap voor *text mining* en visualisatie in kaart zijn te brengen. Met behulp van digitale tekstcollecties – bestaand of zelf aangelegd – kunnen frequentiegegevens worden verzameld, vergeleken en eventueel beïnvloed. De module biedt inzicht in de mogelijkheden om patronen te ontdekken in kwalitatieve datasets. De leerlingen kunnen bijvoorbeeld onderzoeken welke patronen er te herkennen zijn in het taalgebruik van politici. De inhoud is goed te combineren met opdrachten voor geschiedenis, biologie, talen en wiskunde.

5.4 Interactie met andere vakken en opleiding van docenten

Interactie met andere vakken. De invoering van de nieuwe vakken I&C en Informatica maken een intensieve interactie tussen docenten in het voorgezet onderwijs mogelijk. De commissie acht deze interactie zeer wenselijk en meent dat zij gestimuleerd moet worden, maar beseft dat voor drukbezette docenten inhoudelijke samenwerking met collega's en onderlinge afstemming van hun vakken een forse extra uitdaging betekent.

Niet alleen Informatica zou moeten veranderen, ook andere vakken ontkomen niet aan een vernieuwingsslag door de ontwikkeling van de ICT.

Fred Mulder, ex-rector magnificus OU

Toch gebeurt het al. Ieder vak heeft zijn witte raven, de docenten die met digitale middelen hun curriculum verrijken. Vakvernieuwingscommissies voor havo en vwo doen aanbevelingen voor de introductie van ICT in vernieuwde exacte vakken, inclusief een component modelleren. Maar er is nog veel winst te behalen door de interactie van I&C en Informatica met andere vakken, zoals talen, geschiedenis, aardrijkskunde, maatschappijleer, economie en expressievakken. In de bovenbouw kan de kruisbestuiving tussen deze vakken en het keuzevak Informatica tot originele profielwerkstukken leiden; de modules van het keuzevak kunnen hierbij een sturende rol spelen. Het is daarom gewenst dat deskundigen met uiteenlopende achtergronden zitting hebben in de vakontwikkelgroepen.

De hierboven geschetste modules geven al voorbeelden van interactie. Een algemene suggestie is dat de docent, na de behandeling van complexe begrippen binnen

een bepaald vak, de leerlingen ermee laat oefenen in een softwarepakket voor dat vak; men kan bijvoorbeeld denken aan ArcGIS Online en Google Earth voor topografie, aan Matlab voor wiskunde en aan tools voor de verwerking van genomdata in de biologie. Per profiel kan de docent de leerlingen profiel-specifieke toepassingen laten gebruiken en ontwikkelen. Per vak zijn er vaak *serious games* beschikbaar om de begrippen spelenderwijs te doorgronden.

Opleiding van docenten. De inrichting van de vakken I&C en Informatica en hun interactie met veel van de bestaande vakken maakt het urgent op grote schaal een nieuwe generatie van docenten op te leiden en zittende docenten bij te scholen. De commissie acht het van groot belang dat het wetenschappelijk onderwijs zijn vroegere rol bij de opleiding van leraren herneemt en dringt er bij de Minister van OCW op aan instrumenten te creëren die de samenwerking tussen het hbo en de universiteiten in dezen stimuleren.

5.5 Slotopmerkingen

Primair onderwijs en vmbo. Dit advies richt zich op havo en vwo, het deel van het voortgezet onderwijs dat het meest binnen het aandachtsgebied van de KNAW ligt. Het staat echter buiten kijf dat aandacht voor digitale geletterdheid op vmbo en ook in het primair onderwijs even belangrijk is. Zo heeft het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap [2004] ICT-eindtermen voor het primair onderwijs opgesteld. De Minister van OCW dient hierover aparte adviezen in te winnen, uit te brengen door organisaties die daarvoor beter zijn toegerust.

Regionale en landelijke steunpunten. Het hbo en de universiteiten hebben steunpunten ingericht voor het vwo. Deze steunpunten kunnen ook worden opgezet ten dienste van het onderwijs in I&C en Informatica; ze kunnen de contacten tussen docenten op regionaal niveau bevorderen. Tevens moet er een nationaal *portal* komen voor het centraal beschikbaar stellen van lokaal ontwikkeld lesmateriaal en het uitwisselen van ervaringen, analoog aan die voor de vernieuwde bètavakken.

Minder regels door handelingsperspectief. Digitale geletterdheid bereidt leerlingen erop voor om zich als consument en burger met een goed handelingsperspectief in de digitale wereld te bewegen. Ze zijn zelfredzaam met betrekking tot ICT en internet, hetgeen (repressieve) regelgeving bijvoorbeeld op het vlak van veiligheid of privacy kan beperken [VNO-NCW, MKB-Nederland, LTO Nederland, 2012].

Alfa, bèta en gamma. Onze aanbeveling om het begrip digitale geletterdheid centraal te stellen kan ook gelezen worden als een pleidooi om leerlingen aan te moedigen zich niet te verschansen binnen de profielenstructuur of, in andere woorden, om de werelden van alfa's, bèta's en gamma's te verbinden.

Het belang van multidisciplinaire samenwerking voor de ontwikkeling van kennis neemt snel toe. Samenwerking tussen mensen met uiteenlopende achtergronden en cognitieve stijlen is gebaat bij een gemeenschappelijk conceptueel kader. Shapiro en Hughes [1996] betogen dat *information literacy* bij uitstek geschikt is als basis voor een vruchtbare omgang met de technologische dynamiek van de informatiemaatschappij. Zij pleiten voor de integratie van wat wij *computational thinking* noemen in een curriculum dat uitgaat van de oude *liberal arts* (logica, grammatica, retorica): *even elementary general literacy will be partially defined by an information technology component*.

De gedachte dat individuele burgers baat hebben bij een onderwijssysteem dat niet is gebaseerd op verkoking en dat ruimte geeft om inzichten uit verschillende disciplines met elkaar in verband te brengen en daarmee het intellectuele kader verschaft om nieuwe kennis en technologie op waarde te schatten is al te vinden bij Condorcet [1795].

GESPREKSPARTNERS

Gerard Alberts, historicus wiskunde en informatica, Universiteit van Amsterdam

Peter Apers, hoogleraar informatica, Universiteit Twente, voorzitter STW

Erik Barendsen, hoogleraar vakdidactiek en onderwijsontwikkeling, Radbouduniversiteit Nijmegen

Paul Bergervoet, hoofddocent informatica, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

Martin Bruggink, docent informatica, Hofstadcollege

Egbert Jan Dommering, hoogleraar informatierecht, IViR, Universiteit van Amsterdam

Roel Endert, plv-directeur primair onderwijs, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

René Franquinet, ex-voorzitter, Vereniging I&I

Anneke Hacquebard, senior researcher, Informatics and Education Research

Jaap van den Herik, hoogleraar computer science, Tilburg University

Maarten Hillenaar, rijks-CIO, Ministerie van Binnenlandse Zaken

Joris van Hoboken, voorzitter, Bits of Freedom

Pieter van der Hoeven, lerarenopleider, Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

Kees Hommel, docent informatica, CSG De Lage Waard

Kees Jans, Chief Information Officer, Schiphol

Paul Klint, hoogleraar software engineering, Centrum Wiskunde & Informatica

Martine Kramer, manager Strategie en Externe betrekkingen, Kennisnet

Neelie Kroes, Eurocommissaris, Europese Commissie

Nicole Kroon, directeur, Regeldruk & ICT-beleid, Ministerie van Economische Zaken

Amandus Lundqvist, voorzitter, SURF

Ramon Moorlag, voorzitter, Vereniging I&I

Fred Mulder, ex-rector magnificus, Open Universiteit

Frans Peeters, docent informatica, Ostrea Lyceum

Corien Prins, hoogleraar recht en informatisering, Universiteit van Tilburg, lid WRR

Alexander Rinnooy Kan, voorzitter, SER
Bas Savenije, directeur, Koninklijke Bibliotheek
Andrea Scharnhorst, head of research, DANS
Frans Schouwenburg, sectormanager PO en VO, Kennisnet
Sjoerd Slagter, voorzitter, VO-Raad
Arnold Smeulders, hoogleraar multimedia information analysis, Centrum Wiskunde
& Informatica, directeur COMMIT
Jaap Smit, voorzitter, CNV
Lineke Sneller, Chief Information Officer, Vodafone
Bernd Taselaar, directeur, ICT~Office
Jos Tolboom, curriculumontwikkelaar wiskunde, SLO
Ronald Verbeek, directeur, CIO Platform
Foppe Vogd, programmadirecteur, CIO Platform
Bernard Wientjes, voorzitter, VNO-NCW
Bert Zwaneveld, emeritus hoogleraar professionalisering van de leraar, Open
Universiteit
Programmacommissie Computational Humanities, KNAW

REFERENTIES

- Bogaard, A. van den, H.W. Lintsen, F. Veraart, O. de Wit (2008). *De eeuw van de computer; de geschiedenis van de informatietechnologie in Nederland*. Stichting Historie der Techniek, Kluwer, Deventer.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010). *Kompetenzen in einer digital geprägten Kultur; Medienbildung für die Persönlichkeitsentwicklung, für die gesellschaftliche Teilhabe und für die Entwicklung von Ausbildungs- und Erwerbsfähigkeit*. Berlin.
- Condorcet, Nicolas de (1795). *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Agasse, Parijs.
- Dael, R. van (2001). *Iets met computers; over beroepsvorming van de informaticus*. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen.
http://repository.uibn.ru.nl/bitstream/2066/18932/1/18932_ietsmeco.pdf.
- Dael, R. van, G. Alberts (2006). *Richtingenstrijd bij start Informatica*. Informatie, januari-februari 2006, pp. 60-65.
- Dowek, G., (2011). *Introduction à la science informatique; pour les enseignants de la discipline en lycée*. Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Paris.
- EDK (2008). *Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen Informatik*. Bern.
- Eduscol (2011). *Informatique et sciences du numérique; série scientifique (S) – enseignement de spécialité*. Parijs.
- Gesellschaft für Informatik (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule; Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Beilage zu LOG IN, 28. Jg. (2008), Heft Nr. 150/151.
- Government Offices of Sweden (2011). *ICT for Everyone – A Digital Agenda for Sweden*. Stockholm.
- ICT~Office (2012). *Naar toekomstbestendig ICT-onderwijs in het Nederlands voortgezet onderwijs; position paper*. Woerden.
- ICT-onderzoek Platform Nederland (2009). *Masterplan ICT; ICT, fundament voor welvaart en welzijn in Nederland*. NWO, Den Haag.
- ICTRegie (2009). *ICT2030.nl; ICT-agenda voor de toekomst van Nederland*. Den Haag.
- Inspectie van het onderwijs (1999). *Informatiekunde in basisvorming; evaluatie van de eerste vijf jaar*. Utrecht.

- Ministerie Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2011). *Digitale Agenda.nl; ICT voor innovatie en economische groei*. Den Haag.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Onderwijs, Dienst voor Onderwijsontwikkeling (2004). *ICT-competenties in het basisonderwijs; via ICT-integratie naar ICT-competentie; D/2004/3241/020*. Brussel.
- Oost, E. van, G. Alberts, J. van den Ende, H.W. Lintsen (1998). *De opkomst van de informatietechnologie in Nederland*. Stichting Historie der Techniek, Ten Hagen en Stam, Den Haag; Kluwer, Deventer.
- Raad voor Cultuur (2005). *Mediawijsheid: de ontwikkeling van nieuw burgerschap*. Den Haag.
- Royal Society (2012). *Shut down or restart; the way forward for computing in UK schools*. London.
- Seidel, J.J. (red.) (1969). *Computerwiskunde*. Het Spectrum, Utrecht.
- Shapiro, J.J., S.K. Hughes (1996). *Information literacy as a liberal art; enlightenment proposals for a new curriculum*. Educom Review, Volume 31, Number 2, March/April.
- SLO, Stichting Leerplanontwikkeling (2003). *Vakdossier informatica 2003*. Enschede.
- SLO, Stichting Leerplanontwikkeling (2007). *Handreiking schoolexamen informatica havo/vwo Tweede fase*. Enschede.
- Starruß, I., B. Timmermann (2011). *Informatische Bildung in Deutschland*. Log In Heft nr. 169/170.
- Sturman, L., J. Sizmur (2011). *International comparison of computing in schools*. NFER, Slough.
- VNO-NCW, MKB-Nederland, LTO Nederland (2012). *Nederland moet het weer gaan verdienen; duurzame groei door ondernemerschap*. Den Haag.
- WBZ CPS (2009). *Informatik als Ergänzungsfach an Gymnasien, Ein Bericht zum Stand der Einführung der Informatik als Ergänzungsfach und der Vernetzung der Informatik unterrichtenden Lehrpersonen*. Bern.
- World Economic Forum (2012). *The global competitiveness report 2012–2013*. Geneva.