

IN HET LEERPLICHTONDERWIJS

Dit standpunt bepleit en beargumenteert de noodzaak om elke jongere een opleiding informaticawetenschappen aan te bieden die toelaat om 'informaticavaardig' te worden. Informaticavaardigheid gaat verder dan louter 'digitale geletterdheid', en houdt ook in dat de jongere in staat moet zijn 'computationeel' te denken. Computers zijn onmisbaar geworden, zowel in het professionele leven als in de privésfeer. Om de technologische evolutie te kunnen volgen is het van groot belang dat alle jongeren niet alleen de bestaande technologie leren gebruiken, maar ook de onderliggende werking leren begrijpen. Om de technologische evolutie te kunnen sturen, is het nodig dat voldoende jongeren in staat en gemotiveerd zijn om nieuwe technologie te creëren. Om deze doelstellingen te realiseren, dient het onderwijs van de informatica in het leerplichtonderwijs grondig hervormd te worden. In het basis- en secundair onderwijs dient een basisopleiding informaticawetenschappen opgenomen te worden, waarop in specifieke STEM richtingen voortgebouwd wordt. Een nieuw leerprogramma, goed opgeleide leraars en een goede informatica-infrastructuur zijn broodnodig.

Ons leerplichtonderwijs is de belangrijkste actor om volgende generaties voor te bereiden op het leven, zowel professioneel als privé. De digitalisering van onze maatschappij kan haar voordelen alleen waarmaken als het onderwijs aangepast is aan deze digitale realiteit. Informaticawetenschappen is een autonome wetenschap geworden met haar eigen manier van denken, en haar eigen basisbegrippen, te vergelijken met wiskunde, natuurkunde, en andere wetenschappen, die haar plaats in het onderwijs verdient. Het moet duidelijk zijn dat het hier niet gaat over het onderwijs van de traditionele vakken met de steun van informaticahulpmiddelen maar wel over de informaticawetenschappen zelf als vormend vak.

Dit standpunt kwam tot stand binnen een werkgroep, opgericht door de KVAB en de Jonge Academie en samengesteld met leden uit diverse academische disciplines, onderwijsdeskundigen en actoren uit de bedrijfswereld.



INFORMATICAWETENSCHAPPEN IN HET LEERPLICHTONDERWIJS

Giovanni Samaey
Jacques Van Remortel

Met steun van de
Vlaamse overheid



Vlaanderen
In Actie
Pact 2020



Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen
en Kunsten, in samenwerking met de Jonge Academie, 2014
Standpunten 27

Informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs



Uitgaven
van
de Koninklijke
Vlaamse Academie
van België
voor
Wetenschappen
en Kunsten

Standpunten nr. 27



KVAB Press

Hertogsstraat 1
1000 Brussel
Tel. 02 550 23 23
Fax 02 550 23 25
www.kvab.be
info@kvab.be



Informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs

Giovanni Samaey
Jacques Van Remortel

Hugues Bersini, Yvan Bruynseraede, Jan Dekelver, Frederik De Laender, Dirk Deschoolmeester, Paul Gistelinck, Bern Martens, Lennart Martens, Frank Neven, Monique Snoeck, Luc Steels, Martine Tempels, Peter Vandenabeele, Bram Vanderborght, Joos Vandewalle, Saskia Van Uffelen, Giselle Vercauteren, Lieven Verschaffel, Patricia Waerniers, Francis wyffels

De publicatie van dit standpunt werd goedgekeurd door de Algemene Vergadering van de Jonge Academie op 14 november 2014 en door de plenaire vergadering van de Klasse Technische Wetenschappen van de KVAB op 27 november 2014.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Standpunten – Koninklijke Vlaamse Academie van België

**INFORMATICAWETENSCHAPPEN
IN HET LEERPLICHTONDERWIJS**

*Standpunt van de Klasse van de Technische Wetenschappen
en de Jonge Academie*

Samenvatting

In de voorbije decennia heeft zich een digitale omwenteling voltrokken. Waar oma en opa soms nog hun eerste stappen naar de computer moeten zetten, gebruiken professioneel actieve mensen dagelijks een computer, en groeien kinderen op met een smartphone of (tablet-) computer binnen handbereik. Bovendien slagen kinderen erin om met deze toestellen te werken zonder een gebruiksaanwijzing te lezen. Kinderen leren ook vanaf de basisschool om computers te gebruiken om informatie op te zoeken en te verwerken, maar ook om de correctheid en betrouwbaarheid van de gegevens te evalueren. Ook de invloed op de privacy en de risico's verbonden aan een online aanwezigheid zijn hierin aan de orde.

Dit leren gebruiken van informatica is uiteraard essentieel, maar er is meer nodig! *Alle* kinderen moeten immers in staat zijn om de snelle technologische evolutie van informatica te kunnen *volgen*. Hiervoor moeten zij de onderliggende werking van informatica leren begrijpen, en inzicht verwerven in de concepten die aan de basis liggen van deze technologieën. Bovendien is het nodig dat *voldoende* jongeren deze technologische evolutie kunnen *sturen*, hetgeen inhoudt dat zij in staat en gemotiveerd zijn om nieuwe technologieën te creëren.

Beide doelstellingen vereisen een stevige portie informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs. Het bestaande, beperkte informaticaonderwijs in het basis- en secundair onderwijs berust echter louter op het enthousiasme van politici, departementen onderwijs, onderwijskoepels, en leerkrachten van verschillende disciplines. Successen en helaas ook mislukkingen zijn het resultaat. Een gestructureerde aanpassing van dit informaticaonderwijs is dan ook aan de orde.

Hiervoor is er een nood aan vele, goed gekwalificeerde lesgevers en een degelijke en goed onderhouden informaticainfrastructuur in de scholen. De vorming in informaticawetenschappen in basis- en secundair onderwijs kan dan een uitstekende aanloop vormen voor verder doorgedreven opleidingen in de informaticawetenschappen aan universiteiten en hogescholen.

De KVAB, bij monde van de Klasse van de Technische Wetenschappen en de Jonge Academie, heeft een werkgroep met name "Informaticawetenschappen in het Leerplichtonderwijs" de opdracht gegeven om deze problematiek te bestuderen en aanbevelingen te formuleren aan de politici, beleidslieden onderwijs, academici, leden van het bedrijfsleven en geïnteresseerde burgers. Het werk van de werkgroep heeft geresulteerd in onderhavig rapport, waarin twee hoofdaanbevelingen en een reeks afgeleide aanbevelingen zijn geformuleerd. De twee hoofdaanbevelingen zijn:

Aanbeveling 1

Zowel in het basisonderwijs als in het secundair onderwijs dient een sterke component informaticawetenschappen opgenomen te worden in het leerplichtonderwijs. De op stapel staande onderwijshervorming biedt hiertoe een unieke kans. (Zie hoofdstuk 3.)

Aanbeveling 2

Om degelijk onderwijs in de informaticawetenschappen te kunnen aanbieden, dienen de lerarenopleidingen inhoudelijk aangepast te worden en aantrekkelijker gemaakt. Tegelijk dient op korte en middellange termijn sterk ingezet te worden op bijscholing en navorming van het bestaande leerkrachtenkorps. (Zie hoofdstuk 4.4.)

Het mag dus duidelijk zijn dat het hier niet gaat over het onderwijs van de traditionele vakken met de steun van informatica hulpmiddelen, maar wel over onderwijs in de informaticawetenschappen als vormend vak. Informaticawetenschappen zijn immers een autonome discipline geworden, met een eigen manier van denken en eigen basisbegrippen, die bovendien duidelijk overdraagbaar zijn naar andere STEM-domeinen.

Het rapport bepleit dat iedere jonge mens “informaticavaardig, digitaal geletterd” moet worden en in staat “computationeel” te denken. Deze informaticavaardigheid verleent immers een fundamentele kennis, een vaardigheid en een attitude die de jonge volwassene zal helpen de maatschappij verder uit te bouwen, en dit zowel in een professionele als een privé context. Bovendien is het nodig dat iedere geïnteresseerde jongere de mogelijkheid geboden wordt om zich verder te verdiepen in de informaticawetenschappen, hetgeen een belangrijke en in toenemende mate onontbeerlijke meerwaarde levert voor hogere studies in STEM-richtingen, en uiteraard ook in de informaticawetenschappen zelf.

De KVAB en de Jonge Academie zijn niet de enige academies die het initiatief tot een studie als deze hebben genomen. De discussie in de werkgroep is dan ook niet typisch Vlaams. In (onder meer) onze buurlanden, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Nederland, hebben academies dit reeds vóór ons gedaan, en hebben ze elk eveneens hun bevindingen in een rapport weergegeven. De aanbevelingen in deze vele rapporten staan dicht bij elkaar. Deze convergentie bewijst dat de gedachtegang en de conclusies in die rapporten “universeel” genoemd kunnen worden. Het zal dan ook niet verwonderen dat de aanbevelingen in dit KVAB rapport sterk aanleunen bij die uit de ons omringende landen.

Opdat Vlaanderen als kennismaatschappij mee zou kunnen gaan met de koplopers van de digitale wereld is een snelle en krachtige vernieuwing van het informaticaonderwijs in het leerplichtonderwijs noodzakelijk. Wij hopen dan ook dat de politici onze boodschap zullen appreciëren en sterk ondersteunen.

“De publicatie van dit Standpunt werd op 14 november 2014 door de Jonge Academie en op 27 november 2014 door de Klasse Technische Wetenschappen van de KVAB goedgekeurd.”

Executive Summary

In the past decades, a digital revolution has taken place. Whereas grandparents sometimes have to make their first steps towards the computer, professionally active people use the computer daily, and children grow up with a smartphone or a (tablet-)computer within reach. Moreover, children usually manage to work with these devices without reading a manual. In elementary school, children already learn to use computers to look for information, to process it, and to verify the accuracy and the reliability of the obtained data. Impact on privacy and the risks connected to an online presence are also discussed.

Learning to use computer tools is evidently of vital importance. There is however much more to be learned! *All* children should be able to *follow* the fast technological evolution of informatics. To this end, they should learn to understand the underlying working principles of informatics and acquire an insight into the concepts that form the basis of these technologies. Additionally, there is a need for a *sufficient number* of young people that are able to *steer* this technological evolution, implying that they are both willing and able to create new technologies.

Both objectives require a substantial amount of computer science in compulsory education. However at the moment, the existing and limited education in computer science in the elementary and secondary schools is based only on the enthusiasm of politicians, educational institutes and teachers of various disciplines. This has resulted in successes but, unfortunately, also in failures. The education in computer science has to be reformed in a structured manner.

To this end, there is a need for well-qualified teachers and a solid and well-maintained computer infrastructure in schools. When these conditions are met, training in computer science in elementary and secondary schools can be an excellent preparation for more advanced curricula in computer science in colleges and universities.

The KVAB (Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten – Royal Flemish Academy of Belgium for Science and the Arts), through its “Klasse van de Technische Wetenschappen” (Class of the Technical Sciences), and the “Jonge Academie” (Young Academy) have created a working group, called “Informaticawetenschappen in het Leerplichtonderwijs” (Computer Science in the Compulsory Education). The assignment was to analyze the current situation and to formulate recommendations to politicians, top managers in the educational institutes, academics, members of the business community and interested citizens. The work of this working group has resulted in the present report, in which two major recommendations and a series of derived recommendations can be found. The two major recommendations are:

Recommendation 1

Both in elementary and secondary education, a strong curriculum of computer science has to be adopted in compulsory education. The planned education reform offers a unique opportunity to do this. (See Chapter 3)

Recommendation 2

To offer respectable education in computer science, the training of the teachers has to be adapted with respect to content and made more attractive. At the same time, in-service training of the existing teaching staff has to be implemented, both in the short and long term. (See Chapter 4.4.)

It should be clear that this report does not deal with the teaching of traditional courses with the support of computer tools, but with the teaching of computer science as a basic course, similar to mathematics, physics, etc. After all, computer science has become an autonomous discipline with its own way of thinking and own basic concepts. Moreover, the acquired skills are clearly transferable to other STEM domains.

The report argues that every young person has to become “digitally literate” and “digitally fluent” and able to think “computationally”. This digital fluency provides fundamental knowledge, and a skill and attitude that will help the young grown-up to contribute to society in both a professional and a private context. Moreover, we should offer the opportunity to every interested young person to deepen their knowledge in computer science. This provides an important and increasingly vital value for higher education in STEM curricula, including computer science.

The KVAB and the Young Academy are not the only academies that have taken the initiative to analyze the current situation and make recommendations. The discussion in the working group is not limited to Flanders. Our neighboring countries, the United Kingdom, France and the Netherlands, have already performed a similar analysis, and have written a report with their findings. The recommendations in these reports are similar to ours. This convergence shows that the line of thought and the conclusions may be called “universal”. One should not be surprised that the recommendations in this KVAB report bear close resemblance to those of the neighboring countries.

If Flanders aspires to become a knowledge society that belongs to the leaders of the digital world then we need a fast and powerful reform of the curriculum in computer science in compulsory education. We hope that our politicians will appreciate and strongly support our message.

Samenvatting	3
Executive Summary	7
1. Inleiding en motivering	11
2. Termen en definities	14
1 Informaticavaardigheid	14
2 Informaticawetenschappen	15
3 Computatoneel denken	17
a. Abstractie: modellering, decompositie en generalisatie	18
b. De rol van programmeren bij computationeel denken	19
c. Computatoneel denken in een bredere context	19
3. Leerdoelstellingen in de informaticawetenschappen	21
4. Analyse van de huidige situatie	24
1 Huidige situatie van het informaticaonderwijs in het leerplichtonderwijs	24
a. Situatie in het gewoon en buitengewoon basisonderwijs	24
b. Situatie in het gewoon en buitengewoon secundair onderwijs	25
c. De rol van de ICT-coördinator	27
d. Besluiten	27
2 Beleidsevoluties in de ons omringende landen	29
a. Analyse en Aanbevelingen	29
b. Computing at school (CAS)	30
c. Besluiten	31
3 Grote waaier aan activiteiten in Vlaanderen	32
a. Forum voor informaticawetenschappen (i22n)	32
b. Spontane initiatieven binnen en buiten de schoolmuren	32
c. Besluiten	36
4 Opleiding en (na-)vorming van leraren	37
a. Lerarenopleidingen in Vlaanderen	37
b. Digitale geletterdheid en informaticavaardigheid in de huidige Vlaamse lerarenopleidingen	39
c. Het cruciaal belang van een goede didactiek (en vakkennis)	40
d. Wegen naar de toekomst	41
e. Vorming en navorming van leraren in functie	42
f. Besluiten	42
5. Aanbevelingen van de KVAB en de Jonge Academie	45
6. Dankwoord	48
7. Appendices	49
1 Opdrachtsverklaring	49
2 Samenstelling van de Werkgroep	50
3 Samenvatting van de aanbevelingen van buitenlandse academies	52
a. Recommendations England	52
b. Recommendations France	54
c. Aanbevelingen Nederland	55

1. Inleiding en motivering

In de laatste decennia is **onze wereld zeer sterk gedigitaliseerd** en ze digitaliseert nog steeds sneller, verder en ingrijpender, resulterend in een exponentiële groei van de technologische mogelijkheden¹. Computers zijn snel onmisbaar geworden, zowel in het professionele leven als in de privésfeer. De informatisering heeft ons leven ingrijpend veranderd op vele vlakken en dit vaak op een manier die we ons moeilijk vooraf konden inbeelden. Er is bovendien geen enkele aanleiding om aan te nemen dat deze evolutie snel zal stoppen. Het lijkt geen twijfel dat de digitalisering van onze maatschappij **onmiskerbare voordelen** heeft, niet in het minst in het kader van de evolutie naar een kennismaatschappij met grote aandacht voor innovatie, **op voorwaarde dat ons onderwijs aangepast is aan de digitale realiteit**.

Het **leerplichtonderwijs is de belangrijkste actor** om volgende generaties voor te bereiden op het leven, en hen de algemene en specifieke vaardigheden bij te brengen om een succesvol leven uit te bouwen, zowel professioneel als privé. Het onderwijs dient dan ook expliciet voor te bereiden op een loopbaan en een leven in een snel evoluerende digitale wereld. Om de **technologische evolutie te kunnen volgen** is het van groot belang dat alle jongeren niet alleen de bestaande technologie leren *gebruiken*, maar ook de *onderliggende werking leren begrijpen*. Om de **technologische evolutie te kunnen sturen**, is het nodig dat voldoende jongeren in staat en gemotiveerd zijn om *nieuwetechnologie te creëren*. Voor beide doelstellingen is een **stevige portie informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs onontbeerlijk**.

We gaan dieper in op beide bovenstaande argumenten, te beginnen met het **belang van een degelijke basisvorming in informaticawetenschappen voor alle jongeren**.

Een basisvorming in de informaticawetenschappen voor alle jongeren is nodig om verschillende redenen:

1. Enkel focussen op 'gebruik' van de technologie van vandaag is niet toekomstbestendig. De technologie is geëvolueerd op manieren die niet te voorzien waren, en zal in de toekomst **snel en onvoorspelbaar blijven evolueren**. Jongeren opleiden als pure gebruikers van informatietechnologie bereidt hen niet voor op deze toekomstige evoluties. Enkel een grondige basiskennis van de onderliggende werkingsprincipes van de technologie kan onze jongeren op deze permanent veranderende toekomst voorbereiden.
2. De informaticawetenschappen zijn gebaseerd op een aantal **universele principes** die 'overdraagbaar' zijn naar vele andere contexten en die daar hun nut kunnen bewijzen. De verzameling van deze principes wordt vaak gezamenlijk aangeduid met de term **computationeel denken**, en omvat, onder andere, logische en gestructureerde redeneertechnieken, vermogen tot abstractie, voorstellen van gegevens, algoritmisch denken, opdelen van problemen in deelstappen, etc. Computationeel denken kan gezien worden als een deelaspect van het

¹ http://www.ted.com/talks/ray_kurzweil_on_how_technology_will_transform_us

breder begrip ‘probleemoplossend denken’. De informaticawetenschappen bieden een natuurlijk, actueel en toekomstgericht kader voor het aanleren van computationeel denken. Meer dan (bijvoorbeeld) in de wiskunde, worden binnen de informaticawetenschappen de abstractie en structuur in het denkproces gecombineerd met een concreet tastbare en motiverende invulling: computationeel denken resulteert immers in een computerprogramma of een robot die echt werkt.

3. De werking van technologie (waaronder de informatietechnologie) heeft **maatschappelijke implicaties**, zoals privacy en veiligheid, maar ook werkgelegenheid, gezondheid, etc. Een zuiver gebruikersperspectief kan onmogelijk het kader bieden om kritisch over dergelijke aspecten na te denken. Jongeren dienen daarom voldoende vertrouwd te zijn met de mogelijkheden en beperkingen, opportuniteiten en bedreigingen die uit de technologie (met inbegrip van informatica) voortvloeien.

Bovenstaande argumenten gelden voor *alle* jongeren. Daar bovenop is het ook van belang om *een voldoende grote groep* jongeren te motiveren om zich voor te bereiden op een **loopbaan als ontwikkelaar van nieuwe technologie**. Hiervoor is het nodig om hen op voldoende jonge leeftijd in aanraking te laten komen met informaticawetenschappen. Voor STEM-vakken (Science, Technology, Engineering and Mathematics), waar de informaticawetenschappen toe behoren, kan interesse en passie (en de daaruit volgende technologische innovatie) immers pas groeien indien deze disciplines enthousiasmerend, en reeds op voldoende jonge leeftijd, worden aangeboden². Informaticawetenschappen vormen een belangrijke hoeksteen van de STEM-disciplines³. Het is dus **noodzakelijk om een sterke component informatica-wetenschappen aan te bieden in specifieke STEM-georiënteerde richtingen**, op alle onderwijsniveaus, bovenop de basiscomponent die aan alle jongeren wordt aangeboden.

In de ons omringende landen is men, op basis van bovenstaande redenering en gewapend met een standpunt van de desbetreffende Academies, begonnen met een grondige invulling van informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs. In navolging van de Academies van de ons omringende landen, richtte de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB) over dit thema een werkgroep op. Deze heeft de bedoeling aanbevelingen te formuleren met betrekking tot het onderricht van de informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs in Vlaanderen. De werkgroep wordt gestuurd door de Klasse van de Technische Wetenschappen (KTW) en de Jonge Academie (JA). Dit rapport bevat de bevindingen van deze werkgroep.

² H. Eshach and M.N. Fried: Should science be taught in early childhood? Journal of Science Education and Technology, 14(3):315-336, 2005 (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-005-7198-9>)

³ <http://ond.vlaanderen.be/stem/>

De rest van dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 introduceren we de terminologie die in dit rapport zal gebruikt worden. We bespreken het onderscheid tussen digitale geletterdheid en informaticavaardigheid, en definiëren de inhoud van informaticawetenschappen. Vervolgens, in hoofdstuk 3, geven we aan welke inhoudelijke doelstellingen deze werkgroep vooropstelt voor het onderwijs in de informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs. De werkgroep pleit voor een stevige basisvorming informaticawetenschappen voor alle jongeren, en bijkomend voor een grondig, diepgaand en breed onderwijs van de informaticawetenschappen in STEM-georiënteerde richtingen. In hoofdstuk 4 analyseren we de huidige stand van zaken in Europa en Vlaanderen, met als doel concrete aanbevelingen te formuleren om de gewenste leerdoelstellingen te implementeren. We bekijken de actuele onderwijscurricula (hoofdstuk 4.1) en vergelijken dit met de recente evoluties in onze buurlanden (hoofdstuk 4.2). Daarna, in hoofdstuk 4.3, geven we een overzicht van een ruime waaier aan bestaande initiatieven in Vlaanderen (zowel buitenschools als in de scholen) om een uitgebreider onderwijs in de informaticawetenschappen te voorzien. Tot slot, in hoofdstuk 4.4, bestuderen we de lerarenopleidingen. Immers, geen degelijk onderwijs zonder degelijke leerkrachten.

Elk van de hoofdstukken bevat een analyse, gevolgd door besluiten die rechtstreeks aanleiding geven tot een concrete aanbeveling. De aanbevelingen zelf worden gegroepeerd in hoofdstuk 5, en onderverdeeld in twee types aanbevelingen. Een eerste reeks aanbevelingen handelt over de wijze waarop informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs moeten opgenomen worden. Een tweede reeks aanbevelingen richt zich specifiek op het probleem van de opleiding van leerkrachten om dit mogelijk te maken.

2. Termen en definities

In deze paragraaf introduceren we kort enkele kernbegrippen, met de bedoeling de thematiek van dit rapport duidelijk af te bakenen. Specifiek definiëren we de begrippen **informatica-vaardigheid** (met inbegrip van **digitale geletterdheid**) en **informaticawetenschappen**. Voor beide is **computationeel denken** een belangrijk begrip, dat we ook apart definiëren. Hoewel dit rapport uitsluitend over informaticawetenschappen en computationeel denken handelt, is een goed begrip van deze definities van groot belang bij de interpretatie van onze aanbevelingen, en dit om twee redenen:

- Deze definities laten toe duidelijk het verschil aan te geven tussen gebruikskennis van de informatica, en kennis van de informaticawetenschappen als vormend vak, als wetenschappelijke discipline;
- Deze definities laten toe het belang aan te geven van de informatica als wetenschappelijke discipline (informaticawetenschappen) bij het verwerven van informaticavaardigheid.

We definiëren achtereenvolgens informaticavaardigheid, informaticawetenschappen en computationeel denken.

1) Informaticavaardigheid

Informaticavaardigheid is het vermogen digitale informatie en communicatie verstandig te gebruiken en de gevolgen van dat gebruik kritisch te beoordelen. In de 21ste eeuw zou informaticavaardigheid tot de basisvaardigheden van de ontwikkelde mens moeten behoren. Het is een voorwaarde om te kunnen functioneren in de informatiemaatschappij. Informaticavaardigheid vraagt, net als taalbeheersing en rekenvaardigheid, om een vormingstraject dat iedereen gedurende langere tijd moet doorlopen. Het onderwerp hoort daarom in het leerplichtonderwijs thuis.

Evenals taalbeheersing en rekenvaardigheid is informaticavaardigheid een complex begrip. We onderscheiden **drie componenten**:

- De eerste component betreft **het gebruik van beschikbare digitale informatie- en communicatietechnologie**. Deze deelvaardigheid wordt internationaal algemeen aangeduid als **digitale geletterdheid**⁴. Digitaal geletterden kunnen omgaan met standaardsoftware en -apparatuur en tonen daarbij leervermogen en een kritische houding. Zij kunnen zelf met ICT aan de slag gaan en zelf inhoud creëren met behulp van beschikbare technologie.

⁴ Deze definitie van digitale geletterdheid ('digital literacy') is de internationale standaard. Enkel in Nederland wordt een ruimere invulling gegeven aan het begrip 'digitale geletterdheid'. De Nederlandse invulling van digitale geletterdheid komt overeen met wat in dit document 'informaticavaardigheid' wordt genoemd, en in het Engels 'digital fluency'.

- De tweede component wordt omschreven als **computationeel denken** en verwijst naar het vermogen om problemen op te lossen en deze oplossingen zo te formuleren dat computers kunnen ingezet worden voor de uitvoering ervan. Op softwareniveau houdt dit 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. Ter ondersteuning dient de basiskennis van digitalisering, de werking van computers en computernetwerken bijgebracht te worden. Dit betekent onder meer een kennis van de werking van processoren en randapparatuur op hardwareniveau, met begrip van een inzicht in de bijhorende materiaalkeuzes en energieconsumptie. **Computationeel denken** is een voorwaarde om mogelijkheden, beperkingen en risico's van de digitalisering van informatie en communicatie te kunnen begrijpen en beheersen.
- De derde component betreft **het socio-technische perspectief** en heeft betrekking op de interactie tussen technologie en **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 en beïnvloedt het milieu, het klimaat en de gezondheid. 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. Het begrip (digitale) mediawijsheid⁵ past in deze context.

Samenvattend impliceert informaticavaardigheid de deelvaardigheden digitale geletterdheid, computationeel denken en digitale verantwoordelijkheid.

2) Informaticawetenschappen⁶

Informaticawetenschappen zijn de wetenschappelijke discipline die de basis vormt voor het ontwerpen van computers, het programmeren van computers, het verwerken van informatie, het algoritmisch oplossen van problemen, het analyseren en begrijpen van algoritmische processen⁷ en het bestuderen van de daarmee verbonden socio-technische vraagstukken. Daarmee verschaft de discipline wetenschappelijke fundamenteën voor de ICT applicaties van vandaag en morgen.

Het fundamentele, centrale concept van informaticawetenschappen is het *algoritme*: een handelingsvoorschrift dat op een zodanige wijze de opeenvolgende te nemen beslissingen en uit

⁵ <http://www.cjism.vlaanderen.be/media/mediawijsheid/>

⁶ In deze tekst wordt "informaticawetenschappen" gebruikt als vertaling van het Engelse "Computer Science". Het woord "computer" zal verwijzen naar elke machine die kan geprogrammeerd worden om min of meer zelfstandig informatie op diverse manieren te verwerken en/of complexe taken uit te voeren.

⁷ Computer Science, An Overview, van J. Glenn Brookshear en Dennis Brylow, 12th (global) Ed., Pearson Education, 2015.

te voeren bewerkingen specificeert dat wie of wat dit voorschrift nauwgezet volgt, gegarandeerd tot de juiste uitvoering van de taak of de oplossing van het probleem komt. Een voorstelling van een algoritme in een programmeertaal, zodat het door een computer kan worden uitgevoerd, is een programma. Programma's ontwerpen, implementeren en verbeteren, noemen we programmeren. Programma's en de algoritmen die ze voorstellen noemen we ook wel software (of programmatuur), en de machines zelf hardware (of apparatuur).

Laat ons even stilstaan bij de verschillende deelaspecten van de informaticawetenschappen. De indeling volgt in grote lijnen die van het in 2012 in Frankrijk ingevoerde vak "*Informatique et sciences du numérique*"⁸ in het wiskundig-wetenschappelijke afstudeerprofiel in het Franse secundair onderwijs. Wij onderscheiden vijf deelaspecten: taal, informatie, machines, algoritmes en communicatie. Hier wordt het volgende mee bedoeld:

- **taal:** alle ingrediënten van programmeertalen waarmee mensen met computers kunnen communiceren;
- **informatie:** alles over de gegevens die we willen opslaan, ondervragen, of waarover we willen communiceren;
- **machines:** de studie van de fysieke systemen (met inbegrip van netwerken, processoren en chips) waarop alle informatie verwerkt wordt;
- **algoritmes:** de systematische procedures om informatie te verwerken;
- **communicatie:** alles over de manier waarop computers informatie met elkaar delen en uitwisselen, en mensen toelaten met elkaar te communiceren.

De diepgang waarmee op elk van deze aspecten wordt ingegaan, kan uiteraard verschillen afhankelijk van de leeftijd en het onderwijsniveau.

Naast bovenvermelde technische aspecten, beslaan de informaticawetenschappen ook het bredere domein dat de wisselwerking tussen informatietechnologie en menselijk gedrag bestudeert. We noemen dit het **socio-technische perspectief**. Bijvoorbeeld het ontwikkelen van mediawijsheid vereist – naast een basisinzicht in de technologie – de integratie van andere wetenschappen voor het onderzoeken en begrijpen van de mogelijkheden en beperkingen, opportunititeiten en bedreigingen die voortvloeien uit technologie, met inbegrip van informatica. Om ook deze aspecten een plaats te geven binnen een curriculum informaticawetenschappen doorheen het hele leerplichtonderwijs kunnen we bijvoorbeeld de indeling volgen van ACM (*Association for Computing Machinery*) en de Amerikaanse *Computer Science Teacher Association*. Hun rapport⁹ identificeert en beschrijft vijf clusters van inhoud en competenties:

- praktijkwerk met computers (*computing practice*) en programmeren
- computers en communicatiesystemen
- ethische en maatschappelijke kwesties

8 G. Dowek. *Informatique et sciences du numérique*.

9 <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>

- samenwerking
- computationeel denken

3) Computationeel denken

Een deelaspect van de informaticawetenschappen, dat belangrijk is voor alle jongeren in het kader van informaticavaardigheid, is “computationeel denken”. Computationeel denken verwijst naar het menselijke vermogen om complexe problemen op te lossen en daarbij computers als hulpmiddel te zien. Met andere woorden, computationeel denken is het proces waarbij aspecten van informaticawetenschappen *herkend* worden in de ons omringende wereld, en waarbij de methodes en technieken uit de informaticawetenschappen *toegepast* worden om problemen uit de fysieke en virtuele wereld te begrijpen en op te lossen. In computationeel denken worden volgende deelcompetenties onderscheiden:^{10,11}

- formuleren van problemen op een manier die toelaat om een computer en/of andere werktuigen in te zetten bij het oplossen ervan;
- het logisch organiseren en analyseren van gegevens;
- het voorstellen van data door abstractie (modellering en simulatie);
- het automatiseren van oplossingen via algoritmisch denken (openvolging van geordende stappen);
- het identificeren, analyseren, en implementeren van mogelijke oplossingen met als doel om de meest efficiënte en effectieve combinatie van stappen en middelen te bekomen;
- dit probleemoplossingsproces veralgemenen en transfereren naar andere problemen.

Deze vaardigheden worden ondersteund en uitgebreid door attitudes die een cruciale rol spelen in computationeel denken:

- met het nodige zelfvertrouwen complexiteit kunnen aanpakken;
- vasthoudendheid bij het werken aan moeilijke problemen;
- ambiguïteit kunnen verdragen en kunnen omgaan met open problemen, waarbij het niet a priori duidelijk is wanneer een oplossing volledig is;
- kunnen communiceren en samenwerken om een gemeenschappelijk doel te bereiken.

Zoals uit het voorgaande blijkt, is de term computationeel denken een breed begrip. We gaan daarom in sectie a dieper in op enkele kernelementen. Vervolgens, in sectie b, bespreken we kort het specifieke belang van leren programmeren. Voor deze twee secties baseren we ons op een document van het Engelse *Computing at School*¹². In sectie c staan we tenslotte stil bij de transfereerbaarheid van deze vaardigheden.

10 Wing, Jeanette M. (2006). “Computational thinking”. *Communications of the ACM* 49 (3): 33-35.

11 <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/index.html>

12 <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>

a. *Abstractie: modellering, decompositie en generalisatie*

Een grote uitdaging in computationeel denken ligt in de complexiteit van de systemen die we bekijken. De voornaamste stap in het omgaan met complexiteit is abstractie. Hiermee bedoelen we bijvoorbeeld modelleren, decompositie en generalisatie. Het gemeenschappelijke kenmerk van deze technieken bestaat er in de essentie van het probleem weer te geven in een vereenvoudigde vorm, waarin irrelevante details vervolgens buiten beschouwing gelaten worden. Een metrokaart, bijvoorbeeld, is een model voor de verbindingen waarin enkel de nodige informatie voor routeplanning weergegeven wordt (verbindingen en stations), en irrelevante details verborgen (zoals de diepte of de precieze geografische locatie). Abstractie hecht waarde aan elegantie, eenvoud en modulariteit.

Modellering

Modellering is het proces waarbij een voorstelling wordt ontwikkeld voor een probleem, systeem of situatie, zodanig dat enkel die aspecten worden weergegeven die in een bepaalde context belangrijk zijn, terwijl de overige aspecten worden verwaarloosd. Het model hangt dus niet alleen af van het systeem, maar ook van het doel. (Een metrokaart voor routeplanning is eenvoudiger dan een kaart waarmee bijvoorbeeld nieuwe metrolijnen zullen aangelegd worden.)

Decompositie

Vaak kan een probleem opgelost worden door het op te delen in kleinere deelproblemen, die elk op zich eenvoudiger zijn om op te lossen. De oplossingen van de deelproblemen kunnen dan nadien gecombineerd worden tot een oplossing voor het oorspronkelijke probleem. Een voorbeeld: de taak “ontbijt maken” kan opgedeeld worden in deeltaken zoals “maak toast; maak thee; kook ei”. Elk van de deeltaken kan opnieuw opgedeeld worden; decompositie is een recursief proces.

Decompositie is niet alleen van belang voor het *ontwerpen* van een oplossing, maar ook voor het *begrijpen* van een bestaande oplossing (los van de manier waarop ze is bekomen). Bijvoorbeeld: een schematische voorstelling van een computersysteem, met daarin de deelcomponenten, hun specifieke functie en hun interacties, kan een zeer behulpzame manier zijn om de werking ervan te begrijpen.

Generalisatie en classificatie

Complexiteit kan vaak vermeden worden door eerst een oplossing uit te werken voor een concreet probleem, en die oplossing daarna te veralgemenen. Op die manier kan men expliciet maken welke karakteristieken gemeenschappelijk zijn, en welke karakteristieken een probleem specifiek maken. Wanneer men bijvoorbeeld een manier heeft bedacht om een vierkant met zijde 3 te tekenen, en zich vervolgens realiseert dat de lengte van de zijde ondergeschikt is aan de vorm van de figuur, kan men vanuit het concrete, specifieke geval veralgemenen en een methode bedenken om een vierkant te tekenen van willekeurige grootte. Op die manier hoeft de oplossing

slechts een enkele keer bedacht, begrepen en geprogrammeerd te worden, en hoeft men nadien enkel de methode uit te voeren voor een specifieke waarde van de lengte.

Generalisatie is het proces waarbij gemeenschappelijke patronen herkend worden, met als doel ze te gebruiken om gemeenschappelijke kenmerken te delen en zo complexiteit te beheersen.

b. De rol van programmeren bij computationeel denken

Informaticawetenschappen is meer dan programmeren, maar programmeren is een centraal proces voor informaticawetenschappen. In een onderwijscontext biedt programmeren aanmoediging voor creativiteit, logisch denken, precies werken en probleemoplossende vaardigheden. Bovendien helpt programmeren de persoonlijke vaardigheden en de leer- en denkvaardigheden ontwikkelen die in een moderne schoolloopbaan noodzakelijk zijn. Programmeren geeft een tastbare invulling voor abstract, computationeel denken, en illustreert het nut ervan doordat het leidt tot concrete, toonbare resultaten (zoals een computerprogramma of een werkende robot).

Concreet zijn volgende doelstellingen cruciaal wanneer programmeren aan bod komt in een curriculum informaticawetenschappen:

- Computerprogramma's ontwerpen en schrijven, en die zodanig structureren dat ze eenvoudig te begrijpen en uit te leggen zijn.
- Tijdens het programmeren de abstractiemechanismes toepassen die gebruikt werden om het probleem te begrijpen en een oplossing te formuleren.
- Computerprogramma's zodanig documenteren dat het eenvoudig wordt om te beredeneren en te testen of ze correct geschreven werden.

c. Computationeel denken in een bredere context

Zoals uit bovenstaande bespreking blijkt, zijn cruciale aspecten van computationeel denken onlosmakelijk verbonden met inzichten in de werking en capaciteiten van computers, en het vermogen om zelf algoritmen uit te denken en te programmeren voor uitvoering door een computer. Deze laatste twee aspecten behoren uiteraard centrale aspecten van elk curriculum informaticawetenschappen te zijn.

Computationeel denken als geheel van diverse methodes en technieken om problemen op te lossen met behulp van computers heeft echter een veel ruimer toepassingsgebied: het is relevant in een ruim scala van contexten, ook in heel andere disciplines waar computers ingezet worden om problemen op te lossen. Het document¹³ bevat talrijke voorbeelden. De informaticawetenschappen bieden echter een context waarin we op natuurlijke wijze computationeel

¹³ <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>

denken kunnen verkennen, begrijpen, oefenen en verder ontwikkelen, ook – op een gepast niveau – met leerlingen in het basisonderwijs en secundair onderwijs.

Tenslotte is uitgebreid onderzoek gedaan naar de invloed van algoritmisch leren denken op het algemene redeneervermogen¹⁴. Dergelijk onderzoek toont aan dat leren programmeren reeds op jonge leeftijd een betekenisvol positief (transfer)effect kan hebben op de algemene denk- en probleemoplossingsvaardigheden van jongeren, op voorwaarde dat het onderwijs voldoende lang duurt en dat er tijdens de programmeerlessen ook aandacht besteed wordt aan de articulatie en generalisatie van de betreffende vaardigheden.

14 De Corte, E., & Verschaffel, L. (1986). Effects of computer experience on children's thinking skills. *Journal for Structural Learning*, 9, 161-174; De Corte, E., Verschaffel, L., Schrooten, H., Indemans, R., & Hoedemaekers, E. (1990). Logo als springplank voor het verwerven van denkvaardigheden bij zesdeklassers. Eindverslag van het project "Computers en leren denken". Leuven: ACCO, 104 pp.

3. Leerdoelstellingen in de informaticawetenschappen

Op basis van de motivatie gegeven in hoofdstuk 1 en de definities uit hoofdstuk 2, is deze werkgroep van oordeel dat **het leerplichtonderwijs een stevige component informaticawetenschappen moet bevatten**, opdat:

- **Alle leerlingen een basisvorming krijgen die leidt tot informaticavaardigheid**, en niet louter tot digitaal geletterdheid. Een grondige basiskennis van de werkingsprincipes van de computers op hard- en softwareniveau is onontbeerlijk om gewapend te zijn om digitaal geletterd te blijven in een veranderende technologische omgeving.
- **Een voldoende groot aantal leerlingen voorbereid zouden worden op een loopbaan met een sterke component informatica**. Dit kan enkel indien er een enthousiasmerende blootstelling is aan informaticawetenschappen op voldoende jonge leeftijd, en indien STEM-georiënteerde richtingen daar bovenop een verdiepende component bevatten.

Deze inhoudelijke doelstellingen leiden rechtstreeks tot Aanbevelingen 1.1 en 1.2:

Aanbeveling 1.1

Alle leerlingen¹⁵ dienen op het einde van het basisonderwijs een basisvorming in de informaticawetenschappen te hebben. De aldus opgebouwde competenties dienen verder onderhouden en verbreed te worden in het secundair onderwijs. Deze vorming heeft als doel om de leerlingen informaticavaardig te maken, alsook om bij te dragen tot een positief, enthousiasmerend beeld van STEM-georiënteerde richtingen in het algemeen, en informaticawetenschappen in het bijzonder.

Aanbeveling 1.2

Voor leerlingen in richtingen met een sterke STEM-component dient er een voldoende breed en diepgaand aanbod te zijn in de informaticawetenschappen, zowel in richtingen die voorbereiden op academisch en professioneel hoger onderwijs, als in richtingen die rechtstreeks voorbereiden op de arbeidsmarkt. Deze verbreding en verdieping heeft als doel om een voldoende grote groep leerlingen voor te bereiden op een loopbaan waarin gebruik van informaticawetenschappen voor ontwikkeling en innovatie centraal staat.

Deze doelstellingen liggen volledig in lijn met de aanbevelingen van de Academies uit de ons omringende landen (zie Appendix), waar ze ook al in de praktijk gebracht worden, en ook in Vlaanderen zien steeds meer actoren de noodzaak hiervan in, zowel binnen de overheid en de

¹⁵ Uiteraard met de noodzakelijke curriculum differentiatie voor leerlingen met specifieke onderwijsbehoeften.

academische wereld (zie verder) als binnen het bedrijfsleven¹⁶. We belichten hierbij twee concrete initiatieven van de overheid, met name de Digitale Agenda en het STEM-platform.

Digitale Agenda

Door de aanneming van de Digitale Agenda¹⁷, wil de Europese Commissie de IT-sector de rol van stuwende kracht toewijzen bij het streven naar groei en competitiviteit van de Europese economie. De Digitale Agenda moet uitmonden in een digitale ééngemaakte markt die duurzame economische en sociale voordelen creëert op basis van snel en ultrasnel internet en interoperabele toepassingen. Concreet is de Digitale Agenda uitgesplitst in zeven prioritaire actiedomeinen. Het actiedomein dat relevant is in de context van dit rapport handelt over ‘*De digitale geletterdheid, vaardigheden en inclusie bevorderen*’. Europa moet het gebrek aan ICT-beroepsvaardigheden en aan digitale geletterdheid verhelpen, omdat in een periode met stijgende werkloosheid de vraag naar getalenteerde ICT experts enorm toeneemt. Economen verwachten een tekort van 900 000 ICT professionals in de EU tegen 2020¹⁸, wat een serieuze hypotheek op de potentiële groei en competitiviteit van onze regio betekent.

In het kader van de Digitale Agenda zijn in de lidstaten ‘Digital Champions’ aangesteld, zo ook in België. Prioriteiten in België zijn de promotie van informaticavaardigheid in het onderwijs, het stimuleren van de economie via e-commerce en het promoten van digitale vaardigheden bij de minder bevoorrechte sociale klassen. Met de vorming van de nieuwe federale regering heeft België voor het eerst een minister die specifiek bevoegd is voor de Digitale Agenda.

STEM-platform¹⁹

In een complexe maatschappij als de onze is er een grote nood aan mensen met STEM-profielen. Om loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek te stimuleren, stipelde de Vlaamse Regering een actieplan uit tot 2020. Het STEM- actieplan wil volgende 8 grote doelstellingen realiseren: Aanbieden van aantrekkelijk STEM-onderwijs; Versterken van leraren, opleiders en begeleiders; Verbeteren van het proces van studie- en loopbaankeuze; Meer meisjes in STEM-richtingen en –beroepen; Inzetten op excellentie; Aanpassen van het opleidingsaanbod; Aanmoedigen van sectoren, bedrijven en kennisinstellingen; Verhogen van de maatschappelijke waardering van technische beroepen.

De Werkgroep pleit ervoor om een commissie samen te stellen die op korte termijn aanbevelingen formuleert voor eindtermen, vertrekkende van deze doelstellingen en het werk dat reeds in de omliggende landen gebeurd is (zie Aanbeveling 1.5). De op stapel staande onderwijshervorming biedt hiertoe een unieke kans.

16 Zie bijvoorbeeld <http://e-skills.agoria.be> of <http://www.i22n.org>

17 http://economie.fgov.be/nl/consument/Internet/Digitale_Agenda/

18 <http://eskills-monitor2013.eu/results>

19 <http://ond.vlaanderen.be/stem/>

Tot slot van deze sectie nog twee bijkomende opmerkingen van algemenere aard:

- Om na te gaan in welke mate de inhoudelijke doelstellingen rond informaticavaardigheid gehaald zijn, is het nodig om de vaardigheden van de jeugd voldoende te meten, zoals op dit moment al gebeurt voor vele andere disciplines (bijvoorbeeld via de PISA-test²⁰).
- Om voldoende jongeren aan te trekken in STEM-profielen, is het nodig de jongeren hiervoor te motiveren en enthousiasmeren. Dit vereist niet enkel een aanpassing van de curricula, maar ook bijvoorbeeld media-aandacht, beschikbaarheid van rolmodellen, etc.

²⁰ <http://www.oecd.org/pisa/>

4. Analyse van de huidige situatie

1) Huidige situatie van het informaticaonderwijs in het leerplichtonderwijs

Dit hoofdstuk is gebaseerd op de situatie in het katholiek onderwijs. De teksten a., b. en c. zijn aangeleverd door de vertegenwoordigers van het katholieke onderwijs die tijdens de besprekingen aanwezig waren. Voor het gemeenschapsonderwijs verwijzen we naar²¹.

a. *Situatie in het gewoon en buitengewoon basisonderwijs*

Eindtermen

Er zijn **acht eindtermen ICT**²² die door de overheid zijn bepaald en van toepassing zijn voor het gewoon en buitengewoon basisonderwijs. In het basisonderwijs wordt onderscheid gemaakt tussen *leergebiedgebonden* en *leergebiedoverschrijdende* eindtermen. Het leergebiedoverschrijdende karakter van de ICT-eindtermen betekent dat het nastreven van deze eindtermen **geïntegreerd in de verschillende leergebieden** moet plaatsvinden. Voor het buitengewoon basisonderwijs worden de eindtermen ICT gehanteerd als ontwikkelingsdoelen. Bij de leergebied-overschrijdende eindtermen is er **enkel een inspanningsverplichting**, net zoals bij de ontwikkelingsdoelen.

ICT is een middel om lesdoelen vlotter en effectiever te bereiken. Het behalen van deze eindtermen onderstelt onderliggende technische, instrumentele en procedurele vaardigheden maar deze zijn geen doel op zich. In de basisschool is het inzetten van ICT een middel om de doelen die elke leerkracht tracht te behalen tijdens zijn lessen, beter te bereiken.

Bijgevolg is er in het gewoon en buitengewoon basisonderwijs **geen sprake van informatica-onderwijs**. Er zijn geen vakleerkrachten ICT of informatica actief. De klasleerkracht integreert ICT in de lessen. Hij of zij weet waarmee de leerlingen op een bepaald moment bezig zijn, welke lesonderwerpen aan bod komen, welke doelen er moeten behaald worden. De klasleerkracht gebruikt ICT voor het behalen van de doelen van de specifieke leergebieden en werkt op die manier aan de leergebiedoverschrijdende ICT-eindtermen én aan de specifieke leerinhouden.

Leerplannen

In het katholiek basisonderwijs beschikken de leerkrachten wel over een **netgebonden leerplan mediaopvoeding** waarin aandacht is voor mediageletterdheid, mediawijsheid en technisch-

21 http://www.g-o.be/sites/portaal_nieuw/Prikbordvoorleerkrachten/SO/leerplannen/Documents/ServiceDocument%20ICT%20-%2029%20september.pdf

22 <http://www.ond.vlaanderen.be/curriculum/basisonderwijs/lager-onderwijs/leergebiedoverschrijdend/ict/eindtermen.htm>

instrumentele vaardigheden. De doelstellingen van dit leerplan worden op **een geïntegreerde manier** verworven.

Daarvoor zijn leerpsychologische, pedagogische en didactische argumenten. In het basisonderwijs wordt ontwikkelingsgericht gewerkt. Een geïntegreerde aanpak maakt het leren betekenisvoller en aantrekkelijker voor kinderen omdat het aansluit bij de wijze waarop ze de wereld ervaren. Kinderen ervaren leerinhouden immers niet in aparte en specifieke kennisdomeinen. Kennis, vaardigheden en attitudes leren ze in betekenisvolle contexten en vanuit samenhangende gehelen.

Voor het buitengewoon basisonderwijs zijn er geen netgebonden leerplannen. Scholen bepalen zelf het aanbod van ontwikkelingsdoelen op basis van het cyclische proces van handelingsplanning.

b. Situatie in het gewoon en buitengewoon secundair onderwijs

Structuur van de lessentabel

Afhankelijk van de onderwijsvorm, de graad en de studierichting bevat een lesweek in het secundair onderwijs maximum 32 tot 36 lessen. De vakken die tijdens deze lessen gegeven worden, liggen voor een deel vast en kunnen voor een deel vrij gekozen worden door de school. Per onderwijsvorm, graad en studierichting heeft het VVKSO een lessentabel voorzien. Deze tabel is opgesplitst in twee delen. De vakken van de basisvorming en het specifiek gedeelte zijn verplicht; deze nemen het grootste deel van de voorziene lessen in beslag. In de meeste studierichtingen blijven, afhankelijk van het totaal aantal lessen in de week, nog een aantal uren over. Deze kan de school invullen met vakken uit het complementair gedeelte; deze zijn aanbevolen door het VVKSO en er is een leerplan voor voorzien of de school geeft een eigen invulling aan deze uren bv. door een uitbreiding van het aantal uren voor een specifiek vak of door één of meerdere vakken in te richten waarmee de school extra accenten wil leggen of door de “vrije ruimte” in de 3^e graad aso. Deze “vrije ruimte” werd gecreëerd om scholen en leerlingen vernieuwende trajecten te laten uitzetten, niet om doelstellingen van de basisvorming of het specifiek gedeelte te realiseren.

Eerste graad

In het secundair onderwijs zijn er **enkel voor de eerste graad eindtermen ICT**²³. Dit zijn dezelfde eindtermen als in het basisonderwijs, aangevuld met twee bijkomende eindtermen; nl. dat de leerlingen, afhankelijk van het te bereiken doel, adequaat kunnen kiezen uit verschillende ICT-toepassingen en bereid zijn hun handelen bij te sturen na reflectie over hun eigen en elkaars

²³ <http://www.ond.vlaanderen.be/curriculum/secundair-onderwijs/eerste-graad/vakoverschrijdend/a-en-b-stroom/ict-a-stroom/eindtermen.htm>

ICT-gebruik. Deze eindtermen zijn **vakoverschrijdend** wat impliceert dat er geen verplicht vak ICT tegenover staat.

Voor het buitengewoon secundair onderwijs zijn deze tien ICT eindtermen te hanteren als ontwikkelingsdoelen. Ze zijn van toepassing voor de vier opleidingsvormen en voor de gehele schoolloopbaan in het buitengewoon secundair onderwijs. Voor opleidingsvorm 4 van het buitengewoon secundair onderwijs gelden deze ook als eindtermen.

In het gewoon katholiek secundair onderwijs is er een raamplan ICT om de scholen een leidraad te geven over de wijze waarop ze deze eindtermen kunnen bereiken in de eerste graad. De scholen kiezen zelf of ze dit geïntegreerd aanpakken of een apart lesuur ICT inrichten gekoppeld aan integratie. Voor het buitengewoon secundair onderwijs bepalen scholen zelf, op basis van het cyclisch proces van handelingsplanning, het aanbod ontwikkelingsdoelen ICT. Ze doen dit steeds vanuit een ontwikkelingsgerichte en geïntegreerde visie.

Tweede en derde graad

Vanaf de tweede graad is het **afhankelijk van de koepels en de scholen of er nog een gestructureerde aanpak is van ICT/Informatica** of niet. Het gewoon katholiek secundair onderwijs heeft voor alle onderwijsvormen een **leerplan ICT/informatica voor de tweede graad** a rato van 1 uur per week. Aangezien er **geen eindtermen** zijn, behoort dit leerplan tot het complementair gedeelte, m.a.w. de school kiest zelf of ze hier uren voor inricht of niet. Het leerplan bevat doelstellingen die streven naar het vaardiger worden met de computer en zijn toepassingen, doelstellingen die leiden tot meer inzicht in de werking van de computer en het algoritmisch denken en doelstellingen die mediawijsheid bij de leerlingen beogen.

Zowel in de tweede als in de derde graad van het gewoon en buitengewoon OV4 (OpleidingsVorm 4) onderwijs (het 'gewone' secundair onderwijs, maar dan met doelstellingen en ondersteuning aangepast aan de problematiek van de jongere) zijn er een aantal specifieke studierichtingen waarin meer aandacht besteed wordt aan ICT/Informatica. In deze studierichtingen verwerven de leerlingen de competenties om met voldoende achtergrondkennis op een vaardige, kritische en adequate manier met een computer om te gaan, deze te installeren en te programmeren. Afhankelijk van de richting worden andere accenten gelegd: programmeren, netwerken, hardware, focus op diensten of productie, etc.

In alle vakken en graden van het katholiek secundair onderwijs wordt integratie van ICT nagestreefd. In het gewoon secundair onderwijs wordt dit gestimuleerd door doelstellingen en/of didactische wenken in de leerplannen. De mate waarin ICT effectief geïntegreerd wordt in de lessen is afhankelijk van de leerkracht, de infrastructuur van de school, het ICT-beleid van de

school, etc. Vaak zijn het randfactoren, zoals bijvoorbeeld een te trage internetverbinding, die het oorspronkelijke enthousiasme van leerkrachten bekoelen waardoor nog weinig aan integratie gedaan wordt.

c. De rol van de ICT-coördinator

Elke basisschool en secundaire school beschikt over een ICT-coördinator. In het basisonderwijs is dit een ambt, in het secundair onderwijs niet. In het basisonderwijs fungeert vrijwel geen enkele ICT-coördinator fulltime als ICT-coördinator binnen eenzelfde school: er zijn ICT-coördinatoren met slechts twee lestijden binnen één school, er zijn er die voltijds bezig zijn voor méér dan tien scholen. In het secundair onderwijs wordt het aantal uren ICT-coördinatie en het aantal ICT-coördinatoren sterk bepaald door de studierichtingen in de school en het ICT-beleid van de school. Zowel binnen het basisonderwijs als binnen het secundair onderwijs wordt soms gekozen voor overkoepelende ICT-coördinatoren, verbonden aan de schoolgemeenschap.

De kernopdracht van de ICT-coördinator is het **ondersteunen van leerkrachten** in het integreren van ICT in de lessen, collega's te professionaliseren in het inzetten van ICT en hen te helpen met het zoeken naar content en toepassingen. Daarnaast is het ook de taak van veel ICT-coördinatoren om het computerpark van de school en de netwerkinfrastructuur up-to-date en werkend te houden. Zij helpen ook om het ICT-beleid van de school mee uit te stippelen. Door het groeiende computerpark binnen de scholen en de stijgende complexiteit ervan, zijn de meeste ICT-coördinatoren het hoofdaandeel van hun tijd bezig met technische taken i.p.v. pedagogische en didactische²⁴.

d. Besluiten

Uit de bovenstaande analyse kunnen enkele besluiten getrokken worden, die vervolgens aanleiding zullen geven tot concrete aanbevelingen. De vaststellingen zijn:

²⁴ MICTIVO 2012 - Monitor voor ICT-integratie in het Vlaamse Onderwijs, Johan Van Braak, <http://www.mictivo.be/>

1. Momenteel zijn er **enkel eindtermen in het basisonderwijs en de eerste graad** van het secundair onderwijs. Deze eindtermen, en de bijhorende leerplannen, spitsen zich toe op **digitale geletterdheid, en bevatten ook aspecten van digitale verantwoordelijkheid (mediawijsheid)**. Zij zijn op dat aspect heel ruim. Er zijn echter **geen eindtermen voor het bredere concept informaticavaardigheid, noch voor informaticawetenschappen**. Dit is niet in overeenstemming met wat deze werkgroep als noodzakelijke leerdoelstellingen ziet!
2. **Vanaf de tweede graad zijn er geen eindtermen**, noch op het vlak van digitale geletterdheid, noch op het vlak van informaticawetenschappen. De katholieke koepel heeft voor de tweede graad een leerplan waarin aspecten van informaticawetenschappen opgenomen zijn, maar door het ontbreken van eindtermen blijft dit vrijblijvend. Er zijn bovendien enkele specifieke richtingen in de tweede en derde graad met een uitgebreider pakket informaticawetenschappen.
3. De scholen beschikken reeds over hardware om informaticawetenschappen aan te bieden, omwille van het belang van digitale geletterdheid en mediawijsheid. Voor het aanbieden van informaticawetenschappen is echter nood aan bijkomende **technisch-didactische ondersteuning en vorming** voor de aanwezige leerkrachten.

Deze vaststellingen geven aanleiding tot Aanbevelingen 1.3 en 1.4:

Aanbeveling 1.3

De overheid moet eindtermen opleggen inzake onderwijs in de informaticawetenschappen, en de koepels moeten bijhorende leerplannen ontwikkelen. De op stapel staande onderwijshervorming biedt hiertoe een unieke kans.

Bij het invoeren van curricula informaticawetenschappen moet uiteraard rekening gehouden worden met de eigenheid van het onderwijsniveau (basisonderwijs/secundair onderwijs) en het profiel van de studierichting, en dit zowel wat betreft de inhoud als de didactische aanpak (bijvoorbeeld geïntegreerd of als apart vak).

Aanbeveling 1.4

Er moet voorzien worden in voldoende aangepaste technisch-didactische ondersteuning (mensen en middelen) voor de scholen.

Aanbevelingen over vorming van leerkrachten volgen later in het document.

2) Beleidsevoluties in de ons omringende landen

a. Analyse en Aanbevelingen

In onze buurlanden was tot voor kort de toestand van het informaticaonderwijs in het leerplichtonderwijs in grote mate vergelijkbaar met die in Vlaanderen. Onder meer de Academies van Nederland²⁵, Engeland²⁶ en Frankrijk²⁷ publiceerden elk een analyse en een reeks aanbevelingen. Verder verwijzen we tevens naar een vergelijkbare analyse met aanbevelingen vanuit de vakorganisaties Informatics Europe & ACM Europe²⁸, en naar het voorstel voor curriculum(doelen) vanwege de met ACM verbonden Computer Science Teacher Association van de Verenigde Staten van Amerika²⁹.

Een recent rapport van European Schoolnet³⁰ geeft inzicht in wat de opvattingen zijn van de verschillende landen van de Europese Unie met betrekking tot programmeren in het curriculum. Programmeren kan hierbij ruim geïnterpreteerd worden en de volgende activiteiten bevatten: ontwerpen van algoritmen, nagaan van correctheid van algoritmen, en implementatie van algoritmen in een concrete programmeertaal. Hoewel belangrijk, blijft programmeren slechts een deelaspect van informaticawetenschappen zoals hierboven gedefinieerd.

In de volgende 12 landen vormt programmeren reeds een onderdeel van het nationaal of van een regionaal curriculum: Bulgarije, Cyprus, Tsjechië, Denemarken, Estland, Griekenland, Ierland, Italië, Litouwen, Polen, Portugal en Engeland. De volgende 7 landen rapporteerden de intentie om programmeren op te nemen in een nationaal of regionaal curriculum: België, Spanje, Finland, Frankrijk, Luxemburg, Nederland en Turkije. Het rapport vermeldt dat in bijna alle landen programmeren gezien wordt als een middel om logisch denken en probleemoplossende vaardigheden aan te wakkeren.

De Franse situatie is reeds aangehaald bij de introductie van het begrip informaticawetenschappen. Als eerste stap is in 2012 een vak "*Informatique et sciences du numérique*" ingevoerd in het secundair onderwijs in richtingen met een sterke component wiskunde en wetenschappen. In Engeland verscheen een rapport van de Royal Society in januari 2012, en geeft de organisatie *Computing At School* (CAS) de implementatie van het informaticaonderwijs in Engelse scholen mee vorm. De combinatie van de expertise van CAS, de aanbevelingen van de Britse *Royal Society* en druk vanuit

25 <https://www.knaw.nl/nl/actueel/publicaties/digitale-geletterdheid-in-het-voortgezet-onderwijs>

26 <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>

27 http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rads_0513.pdf

28 ACM Transactions on Computing Education (TOCE) - Special Issue on Computing Education in (K-12) Schools, Volume 14 Issue 2, June 2014

29 <http://csta.acm.org/>

30 http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=521cb928-6ec4-4a86-b522-9d8fd5cf60ce&groupId=43887

de bedrijfswereld, heeft daar tot de politieke wil geleid een drastische herwerking van het informaticaonderwijs te implementeren. Een vernieuwd curriculum met een ruime portie informaticawetenschappen is daar ingevoerd in september 2014.

b. *Computing at School (CAS)*

We bespreken de rol van CAS in Engeland. Computing At School (CAS)³¹ werd opgericht in 2008 door vier onderzoekers in Microsoft Research Cambridge om het informaticaonderwijs in Britse scholen te verbeteren. Informaticalessen beperkten zich tot dan toe vooral tot het leren werken met specifieke computerprogramma's en behandelden weinig of zelfs geen van de fundamentele of wetenschappelijke aspecten die informaticawetenschappen tot een boeiende en relevante discipline maken. CAS als organisatie verenigt intussen meer dan 11.000 leraren, IT-professionals, academici, ouders, pedagogisch begeleiders, lerarenopleiders, etc. Hun ledenaantal groeit elke maand met ongeveer 400. CAS steunt informaticaleerkrachten door het ontwikkelen van lesmateriaal, organiseren van opleidingen, installeren van lokale hubs, en het uitbrengen van nieuwsbrieven. Tevens fungeert CAS als een vakvereniging van informaticaleerkrachten.

In november 2009 publiceerde CAS een rapport met als titel *Computing at School: the state of the nation*³². Het rapport benadrukt de daling van de belangstelling van studenten in de informatica en de daaropvolgende impact op universiteiten en werkgevers. Het rapport stelt dat informaticawetenschappen een rijke discipline zijn, gebaseerd op fundamentele principes en methoden, dewelke op dezelfde lijn moet geplaatst worden met de andere wetenschappen, wiskunde en techniek. Het duurde tot 2011 vooraleer er een stroomversnelling kwam. In 2011 bracht CAS een document uit getiteld *CAS Curriculum for computer science*³³ dat uitlegt hoe een curriculum informaticawetenschappen er kan uitzien. In februari 2011 argumenteerde de *Game and creative technology* industrie in het NextGen skills rapport³⁴ dat informaticawetenschappen een prominente plaats moeten krijgen in het onderwijs. Nog tijdens 2011 werkte de *Royal Society* aan een lijvig rapport dat de situatie betreffende het informaticaonderwijs onderzocht in de Britse scholen. Dit rapport werd gepubliceerd in januari 2012. De belangrijkste algemene aanbeveling van dit rapport was de volgende: **Elk kind moet de gelegenheid hebben om informatica op school te leren met inbegrip van informaticawetenschappen als een rigoureuze academische discipline.**

In augustus 2011 bekritiseerde Eric Schmidt, CEO van Google, openlijk³⁵ het Britse onderwijssysteem. Hij vroeg zich luidop af hoe het kon dat kinderen enkel geleerd werd om

31 <http://www.computingatschool.org.uk/index.php?id=about-us>

32 http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/CAS_UKCRC_report.pdf

33 <http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>

34 http://www.nesta.org.uk/publications/assets/features/next_gen

35 Hij deed dit in zijn MacTaggart Lecture op het 2011 Edinburgh International Television Festival: "I was flabbergasted to learn that today computer science isn't even taught as standard in UK schools... Your IT curriculum focuses on teaching how to use software, but gives no insight into how it's made."

computerprogramma's te gebruiken zonder daarbij in te gaan op de fundamentele principes ervan. Dit bracht de discussie betreffende informaticawetenschappen op de politieke agenda en overtuigde *Eerste Minister* David Cameron en *Secretary of State for Education* Michael Gove om informatica-wetenschappen vanaf de lagere school in te voeren in Engeland vanaf september 2014 als een rigoureuze wetenschappelijke discipline op hetzelfde niveau als de andere wetenschappen. De eindtermen informaticawetenschappen zijn online beschikbaar³⁶ en worden toegelicht in verschillende documenten^{37,38}.

De recente evoluties in het informaticaonderwijs in het Verenigd Koninkrijk zijn gedetailleerd gedocumenteerd³⁹, waarbij het netwerk⁴⁰ met steun van de overheid en bedrijven werd opgezet om leerkrachten op te leiden in informaticawetenschappen.

c. *Besluiten*

Uit de bovenstaande analyse kunnen enkele besluiten getrokken worden, die vervolgens aanleiding zullen geven tot concrete aanbevelingen:

1. Buitenlandse voorbeelden illustreren dat een goed onderbouwd curriculum informaticawetenschappen haalbaar is in basisonderwijs en secundair onderwijs.
2. Succesvolle implementatie van een curriculum informaticawetenschappen kan gerealiseerd worden via een goede samenwerking tussen het onderwijs en de overheid, kennisinstellingen en bedrijfswereld (de zogenaamde Triple Helix⁴¹), om de beschikbare gecombineerde expertise optimaal te benutten.
3. Onder de internationale experts, zowel vanuit het bedrijfsleven als de academische wereld bestaat een grote eensgezindheid over de te volgen weg. De standpunten van overheid, academische wereld en industrie liggen waarschijnlijk dicht bij elkaar dan ze bij de hedendaagse realiteit liggen.

36 National curriculum in England: computing programmes of study <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

37 Computing in the national curriculum: A guide for primary teachers. Computing at School. Published 2014. <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>

38 Computing in the national curriculum: A guide for secondary teachers. Computing at School. Published 2014. http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/cas_secondary.pdf

39 Neil C. C. Brown, Sue Sentance, Tom Crick, Simon Humphreys. The Resurgence of Computer Science in UK Schools. ACM Transactions on Computing Education, 2014.

40 Network of teaching excellence in computer science. <http://www.computingschool.org.uk/index.php?id=noe>

41 http://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept

3) Grote waaier aan activiteiten in Vlaanderen

a. *Forum voor informaticawetenschappen (i22n)*

We introduceren beknopt de Vlaamse organisatie *i22n*, die op een manier vergelijkbaar met de buitenlandse organisaties streeft naar een hervorming van het Vlaamse informaticaonderwijs.

In 2013 werd het Forum voor informaticawetenschappen (*i22n*) opgericht op initiatief van medewerkers van de vijf Vlaamse universiteiten: professoren, docenten en assistenten verbonden aan opleidingen en/of lerarenopleidingen informatica. De belangrijkste doelen van *i22n* zijn:

- de invoering van een algemeen curriculum informaticawetenschappen voor iedere leerling in het basis- en secundair onderwijs;
- de invoering van een aanvullend, gepast geprofileerd curriculum informaticawetenschappen in STEM-georiënteerde studierichtingen (in de tweede en derde graad van het secundair onderwijs).

Een *i22n*-memorandum dat dit standpunt verduidelijkt is online beschikbaar⁴².

Bovendien wil *i22n* meewerken aan de uitbouw van curricula informaticawetenschappen, de noodzakelijke na- en bijscholing van leerkrachten en, in samenwerking met de vereniging voor Vlaamse leerkrachten Informaticawetenschappen *2link*⁴³, het ondersteunen van leerkrachten informaticawetenschappen.

b. *Spontane initiatieven binnen en buiten de schoolmuren*

Ondanks het feit dat informaticawetenschappen geen deel uitmaken van de onderwijscurricula in het kleuter- en basisonderwijs of het secundair onderwijs, bestaan er een aantal initiatieven die informaticawetenschappen aanbieden aan jongeren. Dit gebeurt zowel binnen als buiten de schoolmuren. De initiatieven tonen aan dat onderwijs in de informaticawetenschappen realiseerbaar is, maar dat er een nood is aan omkadering en een structurele aanpak.

Opmerking: Vlaanderen telt vele initiatieven voor informaticawetenschappen, verschillend in vorm, omvang, focus en duur. Omdat het onmogelijk is om al deze initiatieven op te nemen in dit rapport (en zelfs om ze allemaal te kennen!), is ons overzicht noodzakelijkerwijs zeer fragmentarisch. De geselecteerde voorbeelden zijn dan ook voornamelijk gekozen om de breedte van het pallet aan initiatieven weer te geven, en om de haalbaarheid van het onderwijs in de informaticawetenschappen aan kinderen van die leeftijden te illustreren. **Vaak wordt namelijk beweerd dat informaticawetenschappen te moeilijk zijn voor jonge kinderen. Onderstaande lijst van voorbeelden spreekt dit uitdrukkelijk tegen!**

⁴² <http://www.i22n.org/>

⁴³ <http://www.2link2.org/>

i. Buitenschoolse activiteiten

CoderDojo Belgium

*CoderDojo Belgium*⁴⁴ geeft, in lijn met de internationale CoderDojo organisatie, jongeren tussen 7 en 18 jaar de kans om te leren programmeren. Wat ooit startte als een leerlingeninitiatief in Ierland – waarbij een leerling medeleerlingen wou opleiden in webontwikkeling – groeide uit tot een succesvolle organisatie met 480 dojo's in 48 landen. In België is CoderDojo actief als vzw sinds 2013. In oktober 2014 waren er een 30-tal dojo's en meer dan 1000 actieve jongeren. De meeste Belgische dojo's gaan eenmaal per maand door op zaterdag en zijn heel snel volgeboekt. Alle dojo's hanteren een losse didactische aanpak waarbij de klemtoon ligt op zelf ontdekken en samenwerken met andere deelnemers en verschillende mentoren. Een didactisch hulpmiddel dat bij CoderDojo vaak gebruikt wordt, is de grafische programmeeromgeving Scratch⁴⁵, die ook in het Nederlands beschikbaar is.

RoboCup Junior

*RoboCup Junior*⁴⁶ heeft als doel STEM te promoten door middel van een jaarlijkse robotwedstrijd voor jongeren tussen 8 en 18 jaar. In tegenstelling tot CoderDojo wordt er niet gewerkt met workshops voor jongeren, maar met opleidingen voor leerkrachten waarin de basisconcepten van de robotica worden aangebracht. De bedoeling is dat leerkrachten de lessen integreren in hun school of in teamverband om zo een groot aantal leerlingen te bereiken. Dit vereist wel een groter engagement van zowel school, leerkracht als leerling. In 2014 namen 92 teams (500 kinderen) deel, verspreid over de verschillende disciplines. Er bestaan eveneens een aantal alternatieve wedstrijden waaronder de *First Lego League*⁴⁷. Hierin moeten leerlingen van 8 tot 14 jaar een Lego robot bouwen die een hindernissenparcours kan overwinnen.

Dwengo

Bovenstaande aanpak is zeer gelijkaardig aan de aanpak van Vlaamse oorsprong Dwengo⁴⁸ vzw. Dwengo is een organisatie die het STEM-onderwijs wil vooruithelpen door middel van trainingen voor leerkrachten, ontwikkeling van didactisch materiaal en workshops voor leerlingen. Een groot deel van hun verdienste ligt in het kader van de informaticawetenschappen in binnen- en buitenland waarvoor zij steeds op zoek gaan naar didactische alsook kostefficiënte oplossingen die bovendien ook aantrekkelijk zijn voor onze jongeren. Hieronder vallen groepsactiviteiten zoals Computer Science Unplugged⁴⁹; het gebruik van open source programmeeromgevingen

44 <http://www.coderdojobelgium.be>

45 <http://scratch.mit.edu/> en <http://www.scratchweb.nl>

46 <http://www.robocupjunior.be>

47 <http://www.firstlegoleague.be>

48 <http://www.dwengo.org>

49 <http://csunplugged.org/>

zoals Scratch⁵⁰, Google Blockly⁵¹, Ardublock⁵², PyGame⁵³ en Greenfoot⁵⁴; alsook het gebruik van lage-kost microcontrollerplatformen zoals het Arduino⁵⁵ compatibele Dwenguino⁵⁶.

Samen met de UGent organiseert Dwengo ook een robotcompetitie⁵⁷ waaraan jongeren vanaf 12 jaar kunnen deelnemen. Hierin kunnen scholieren zich ook meten met ingenieurs in spe.

Sinds 2013 is Dwengo ook partner van het Google RISE (Google Roots In Science and Engineering)⁵⁸ programma waardoor Dwengo de mogelijkheid heeft om internationale sociale projecten te lanceren (zoals bijvoorbeeld het CERobotics project⁵⁹ en de internationale ArtBots week⁶⁰).

Programmeerwedstrijden

Tot slot zijn er ook een aantal wedstrijden die zich heel specifiek richten op informaticawetenschappen. De bekendste is de **Vlaamse Programmeerwedstrijd**⁶¹ welke geïnspireerd is door de internationale programmeerwedstrijden van de ACM (*Association for Computing Machinery*). Hierin moeten de deelnemers programmeeropdrachten oplossen in een programmeertaal naar keuze. Deelnemers worden opgedeeld in vier categorieën waaronder leerlingen van het secundair onderwijs. Een alternatieve wedstrijd die niet focust op het programmeren zelf is **Bebras**⁶², waarin leerlingen van het basisonderwijs en secundair onderwijs logische puzzels moeten oplossen. Bebras maakt deel uit van een internationale wedstrijd en vindt plaats in 20 verschillende landen. Andere voorbeelden zijn EU Code Week⁶³ en Kodukup⁶⁴, die in Vlaanderen aanzienlijke aandacht hebben gekregen.

Bespreking

Hoewel buitenschoolse activiteiten informaticawetenschappen aanbieden aan een aantal jongeren, zijn ze geen substituuat voor het aanbieden van informaticawetenschappen op school, en dit om een aantal redenen:

50 <http://scratch.mit.edu>

51 <https://code.google.com/p/blockly/>

52 <http://blog.ardublock.com>

53 <http://www.pygame.org/>

54 <http://www.greenfoot.org>

55 <http://www.arduino.cc/>

56 <http://www.dwengo.org/tutorials/dwenguino/blinking-leds>

57 <https://www.facebook.com/robotcompetitie>

58 <https://www.google.com/edu/programs/google-rise-awards/>

59 <http://youtu.be/jP-G1OrR5Ng>

60 <http://www.dwengo.org/node/18>

61 <http://www.vlaamseprogrammeerwedstrijd.be>

62 <http://www.bebbras.be>

63 <http://codeweek.eu/>

64 <http://www.microsoft.com/eu/KoduKupEurope.aspx>

- Het aanbod is beperkt door de draagkracht van de organisatoren. Dit resulteert in volzette activiteiten, waardoor veel jongeren in de kou blijven staan.
- Deelname aan deze activiteiten hangt nauw samen met de alertheid en interesse van de ouders en/of leerkracht(en). Bijgevolg zijn heel wat jongeren, bijvoorbeeld uit een sociaaleconomisch achtergestelde context, uitgesloten.
- De interesse van de jongeren speelt een belangrijke factor in de keuze van de activiteiten. Dit kan leiden tot een eenzijdige invulling van informaticawetenschappen, waardoor de jongeren niet noodzakelijk met alle aspecten van de informaticawetenschappen in contact komen.
- Erger nog: jongeren moeten vaak al een vooraf bestaande interesse hebben om bij dergelijke activiteiten aan te sluiten. Er wordt wel aan hun interesse tegemoet gekomen, maar ze wordt door dit soort activiteiten eigenlijk niet opgewekt. Dit kan, bijvoorbeeld, leiden tot een ondervertegenwoordiging van meisjes.
- Tot slot steunen veel buitenschoolse activiteiten op vrijwilligers, waardoor ze vaak uitdoven of moeilijkheden hebben om het hoofd boven water te houden.

Er kunnen wel didactische lessen getrokken worden uit de successen van deze buitenschoolse activiteiten. Ze pleiten sterk voor een toekomstgerichte aanpak, waarbij de leerkracht niet meer ex cathedra lesgeeft, maar fungeert als coach bij de ontdekkingstocht van kinderen. De jongeren leren immers anders denken en gaan de wereld zien als een plek met uitdagingen en problemen. Ze leren zelfstandig kennis te vergaren en in groep te werken. Zelfs bij schoolmoeë kinderen wordt nieuw zelfvertrouwen en interesse opgebouwd, omdat er ingespeeld wordt op eigen kunnen.

ii. Voorbeelden in scholen

Informaticawetenschappen binnen de huidige structuur

In Vlaanderen hebben reeds een aantal scholen onderdelen van informaticawetenschappen ingebed. Sommige scholen zijn hiervoor geïnspireerd door de bovengenoemde extracurriculaire activiteiten en richten bijvoorbeeld een techniekclub in voor de leerlingen gedurende de middagpauze. Andere scholen, te vinden in alle onderwijsnetten, vullen de sinds 2004 ingevoerde *vrije ruimte* in het 5e en 6e jaar algemeen secundair onderwijs met informaticawetenschappen. Enkele voorbeelden zijn een introductie tot programmeren, een cursus webontwikkeling of robotica. Daarnaast koppelen sommige scholen (ASO, TSO, BSO) hier sociale vaardigheden aan. Zo krijgen in minstens één school leerlingen uit het 5e en 6e secundair onderwijs bijvoorbeeld de opdracht om leerlingen uit de laatste graad van het basisonderwijs en de eerste graad van het secundair onderwijs te begeleiden in hun lessen informaticawetenschappen.

Uit deze voorbeelden blijkt dat, ondanks het ontbreken van informatica-wetenschappen in de meeste curricula, en ondanks de afwezigheid van eindtermen of leerplannen, scholen hun creativiteit en de flexibiliteit van het curriculum gebruiken om toch informaticawetenschappen aan te bieden. Helaas zijn deze inspanningen meestal beperkt tot de laatste graad van het

secundair onderwijs. Bovendien hangen deze onderwijsactiviteiten sterk af van het enthousiasme en de expertise van individuele leerkrachten en de belangstelling en steun vanuit individuele schooldirecties.

Bij de meeste van voorgaande activiteiten is deelname door de leerlingen optioneel. Bijgevolg kampt men vaak met dezelfde nadelen als de extracurriculaire activiteiten. Dit uit zich bijvoorbeeld door het lage aantal meisjes dat deze keuzevakken volgt.

Informaticawetenschappen in scholen die experimenteren met STEM

Om dit op te lossen hebben sinds 2013 enkele secundaire scholen het initiatief genomen om een STEM-georiënteerde “richting” aan te bieden. Scholen die een dergelijke “richting” aanbieden, gebruiken hiervoor de uren in het complementair gedeelte en/of de vrije ruimte.

De invulling van dergelijke “STEM-richtingen” varieert momenteel van school tot school, en er zijn initiatieven te vinden in elke graad. In al deze richtingen vormen informaticawetenschappen een substantieel deel van het lessenpakket, waarbij de nadruk meestal ligt op programmeren. Daarnaast is een projectmatige en geïntegreerde aanpak een wekerend element: leerlingen bedenken oplossingen voor open problemen waarbij ze gestimuleerd worden om kennis over wetenschap en techniek te gebruiken én uit te diepen. Ook hierin wordt de nodige aandacht geschonken aan informaticawetenschappen. Zodoende leren de leerlingen de meerwaarde van informaticawetenschappen erkennen in een brede waaier van toepassingsdomeinen.

Bespreking

De aangehaalde voorbeelden tonen aan dat informaticawetenschappen kunnen gegeven worden in een schoolcontext, maar dat het van het enthousiasme van individuele scholen en leerkrachten afhangt of dit ook effectief gebeurt. Daarnaast is het ook duidelijk dat sommige scholen zelf een dusdanig hiaat zien dat ze, in het kader van STEM-georiënteerde richtingen, lessenpakketten uitbouwen met veel aandacht voor informaticawetenschappen.

Een structureel kader (met eindtermen en leerplannen) ontbreekt volledig, waardoor vaak de middelen en kennis voor een goede implementatie ontbreken. Bovendien leggen veel scholen de focus op het programmeren, terwijl deze vaardigheid – zoals blijkt uit onze definitie – slechts een deelaspect vormt van de informaticawetenschappen.

c. *Besluiten*

Uit de bovenstaande analyse kunnen enkele besluiten getrokken worden, die vervolgens aanleiding zullen geven tot concrete aanbevelingen:

1. Zoals in de ons omringende landen, is in Vlaanderen alle expertise aanwezig die nodig is om een succesvol curriculum informaticawetenschappen uit te bouwen.
2. Zowel de veelheid aan buitenschoolse initiatieven als de verscheidenheid aan pogingen om informaticawetenschappen binnen het schoolse curriculum te integreren, duiden erop dat er ook aan de basis (bij ouders, leerlingen, leerkrachten en scholen) een groot enthousiasme is. Er wordt dus een sterke nood ervaren aan een uitgebreide opleiding in informaticawetenschappen.
3. Het ontbreekt de scholen aan een kader (eindtermen en leerplannen). Daardoor kan een aanbod onvolledig zijn, en evolueren in verschillende (onderling incompatibele) richtingen.
4. De buitenschoolse activiteiten zijn, door hun aard, niet in staat die nood alleen op te vangen: ze zijn niet gelijk toegankelijk voor iedereen, en ze kampen zelf vaak met problemen van continuïteit.
5. De buitenschoolse initiatieven kunnen dienen als inspiratiebron voor de implementatie van informaticawetenschappen in het schoolse curriculum, zowel qua innovatieve didactische technieken (coachend leren) en leermiddelen, als om kostefficiënte oplossingen voor te stellen. Met wat creativiteit hoeft geld niet de grootste hinderpaal te zijn.

Deze vaststellingen bieden bijkomende motivatie voor Aanbeveling 1.3 en geven aanleiding tot Aanbeveling 1.5

Aanbeveling 1.5

Vorm een werkgroep die op korte termijn aanbevelingen formuleert voor eindtermen informaticawetenschappen. Betrek alle relevante actoren (onderwijskoepels, overheid, academische wereld en bedrijfsleven). Gebruik maximaal de in Vlaanderen aanwezige expertise in bijvoorbeeld i22n, en gebruik als voorbeeld de ontwikkelingen in de ons omringende landen, de buitenschoolse activiteiten in Vlaanderen, en de pionierende scholen. (Zie hoofdstukken 4.2 en 4.3.)

4) Opleiding en (na-)vorming van leraren

a. Lerarenopleidingen in Vlaanderen

Er zijn in Vlaanderen verschillende soorten lerarenopleidingen. Voor een goed begrip van wat volgt, stellen we die eerst even voor.

Specifieke lerarenopleidingen

Ten eerste zijn er zogenaamde *specifieke* lerarenopleidingen. Via een specifieke lerarenopleiding worden kandidaten voorbereid op het leraarschap die reeds inhoudelijke expertise hebben in

een bepaald vak of discipline, vandaar de term “specifiek”. Het standaardtraject in een dergelijke opleiding behelst momenteel 60 studiepunten, en komt dus overeen met ruwweg een jaar fulltime werk en studie. Daarvan is in principe ongeveer de helft voorbehouden voor onderwijspraktijk, en de andere helft voor “theorie”: opvoedkunde, didactiek, vakdidactiek, onderwijsonderzoek, enz.

Er zijn twee soorten specifieke lerarenopleidingen. Centra voor Volwassenenonderwijs (CVO's) bieden een lerarenopleiding aan, die (in principe) gericht is naar kandidaten met expertise in een vak of domein op basis van eerdere studies en/of praktijkervaring. Universiteiten richten zich naar studenten die in een bepaald domein een masterdiploma behaald hebben (of gelijktijdig met de studie daarvoor bezig zijn).

Beide soorten specifieke lerarenopleidingen leveren leraren af met lesbevoegdheid in het secundair onderwijs. De vakken en/of leeftijdsklassen waarvoor de kandidaat een vereist (of voldoende geacht) bekwaamheidsbewijs behaalt, worden echter bepaald door zijn/haar basisdiploma of –expertise, niet door de gevolgde lerarenopleiding. Lerarenopleidingen in CVO's zijn inhoudelijk mede daarom meestal vrij generiek. Die aan universiteiten zijn veelal wel opgesplitst per discipline, en leggen veel nadruk op vakdidactiek.

Geïntegreerde lerarenopleidingen

Ook hogescholen bieden een lerarenopleiding aan voor het secundair onderwijs. Het betreft een lerarenopleiding op niveau professionele bachelor met een standaardtraject van 180 studiepunten, hetgeen overeenkomt met drie jaren studie en praktijkwerk. In deze lerarenopleidingen kiest een student twee zogenaamde onderwijsvakken uit een decretaal vastgelegde lijst. De opleiding beoogt vervolgens de nodige vakspecifieke competenties (voor de twee gekozen vakken) en de vereiste meer generieke lerarencompetenties te realiseren doorheen het driejarige traject. Daarom heten deze lerarenopleidingen “*geïntegreerd*”. Decretaal is tevens vastgelegd dat in deze opleiding minstens 45 van de 180 studiepunten moeten bestaan uit onderwijspraktijk. De succesvolle kandidaat verwerft onderwijsbevoegdheid, op basis van de gekozen vakken, in de eerste en de tweede graad van ASO, KSO en TSO en alle graden van BSO. Het vak Lichamelijke Opvoeding (LO) leidt tevens tot een gespecialiseerde onderwijsbevoegdheid als sportleerkracht in het basisonderwijs.

De meeste driejarige opleidingen bieden verkorte trajecten aan voor kandidaten met voldoende relevante vooraf door studies en/of werk verworven competenties. Zo kan een leerkracht met al een diploma professionele bachelor secundair onderwijs in minder dan 60 studiepunten een onderwijsbevoegdheid verwerven voor een bijkomend onderwijsvak.

Opleiding tot leerkracht voor kleuter- en basisonderwijs

Ten slotte bestaan er uiteraard ook opleidingen tot leerkracht voor het lager onderwijs en leerkracht voor het kleuteronderwijs. Beide opleidingen zijn driejarige opleidingen van het niveau professionele bachelor aangeboden in hogescholen.

b. Digitale geletterdheid en informaticavaardigheid in de huidige Vlaamse lerarenopleidingen

In de meeste hedendaagse lerarenopleidingen leren de studenten ICT gebruiken als middel om onderwijs te maken en te begeleiden. In welke mate en met welk resultaat dit gebeurt, varieert van opleiding tot opleiding (en uiteraard ook van student tot student). Maar wat met informatica(wetenschappen)?

In lerarenopleidingen voor kleuter- en basisonderwijs

Voor zo ver ons bekend, zijn informaticawetenschappen in de zin van dit rapport vooralsnog zo goed als afwezig uit de Vlaamse lerarenopleidingen voor kleuter- en lager onderwijs. Hier en daar zijn er interessante experimenten, met bijvoorbeeld Bee-Bots⁶⁵, maar van een min of meer systematische inleiding tot informatica als wetenschap en technologie als noodzakelijke achtergrond voor onderwijs daarover in de lagere school lijkt vooralsnog nergens sprake. De problematiek lijkt overigens ruimer, want recente beleidsvoornemens spreken over (de nood aan) het opleiden en inzetten van specifieke leermeesters Wetenschap en Techniek in de latere jaren van het lager onderwijs. Het valt echter op dat zelfs in die context het belang van informatica als niet weg te denken component van hedendaagse wetenschap en technologie bijna nooit erkend wordt.

In specifieke lerarenopleidingen

Specifieke lerarenopleidingen staan uiteraard open voor kandidaten met een opleiding of expertise in informatica. Ook wie zelf geen informaticus is, maar bijvoorbeeld ingenieur of exacte wetenschapper in een andere discipline, of econoom, heeft in zijn basisopleiding meestal tenminste enige competentie in programmeren verworven. Wie echt geschoold is in informatica, kiest evenwel zelden voor het leraarschap. De universiteiten van Antwerpen, Brussel en Gent bieden een specifieke lerarenopleiding informatica aan, maar hebben daarvoor jaarlijks ten hoogste enkele kandidaten. De universiteit van Leuven biedt informatica sinds enkele jaren samen met techniek aan in een keuzepakket Vakdidactiek Technologie aan studenten in de lerarenopleidingen Wiskunde, Natuurwetenschappen en Economie (die voldoende vakinhoudelijke voorkennis hebben), en ook daarvoor zijn er jaarlijks vooralsnog slechts een handvol kandidaten.

65 <http://www.bee-bot.us/>

In geïntegreerde lerarenopleidingen

Voor de geïntegreerde lerarenopleidingen voor het secundair onderwijs vinden we in de decreetale lijst met onderwijsvakken zowel “handel-burotica” als “informatica”⁶⁶. Het eerste vak is vooral gericht naar (het leren aanleren van) ICT-gebruik in een bedrijfscontext. Aansluitend bij de klemtonen van de huidige leerplannen ICT en (toegepaste) informatica in de Vlaamse onderwijskoepels, besteden ook de meeste opleidingen in het onderwijsvak informatica heel wat aandacht aan het leren aanleren van ICT-gebruik, maar we treffen er ook stevast opleidingsonderdelen aan over bijvoorbeeld programmeren, webdesign, databeheer en netwerken.

Het onderwijsvak informatica in de geïntegreerde lerarenopleidingen voor het secundair onderwijs is daardoor momenteel de enige context waar in Vlaanderen een betekenisvolle hoeveelheid leraren wordt opgeleid om met informatica (wetenschappen) aan de slag te gaan in het Vlaams onderwijs. Er zijn in Vlaanderen nu al afgestudeerde leraren informatica in staat om een vak zoals het in 2012 in de Engelse tweede graad van het secundair onderwijs nieuw ingevoerde GCSE-vak *Computer Science* ook in Vlaamse scholen te implementeren.

c. Het cruciaal belang van een goede didactiek (en vakkennis)

Bij dit alles is het belangrijk op te merken dat een goede leerkracht informaticawetenschappen niet alleen over voldoende domeinspecifieke competenties in de informatica beschikt, maar ook de juiste didactiek hanteert. De belangrijkste kern van informatica is gelegen in gestructureerd probleemoplossend denken en handelen. Computationeel denken, programmeren, en zeker ook het weerbaar en doordacht gebruiken van ICT leer je niet door alleen maar na te doen wat iemand voordeed. En ook niet door het leren en reproduceren van terminologie, of het maken van eindeloze reeksen oefeningen waarbij de uiteindelijke bedoeling lijkt de noodzaak tot nadenken bij wat je doet uit te schakelen, eerder dan het vermogen en de durf daartoe aan te scherpen.

Problemen oplossen kun je enkel leren door het te doen, en een leerkracht informatica moet zijn leerlingen aanmoedigen om telkens weer zelf op onderzoek uit te gaan. Daarbij is het goed wanneer leerlingen ook innovatieve wegen verkennen waar de leerkracht zelf nog niet was. Niet voor niets stelt de Amerikaanse *Computer Science Teacher Association* (CSTA) in zijn *K-12 Computer Science Standards* geen vier, maar vijf belangrijke competentieclusters voorop die samen *Computer Science* als discipline in het leerplichtonderwijs dekken. Naast *Computational Thinking*, *Computing Practice and Programming*, *Computers and Communications Devices* en *Community Global and Ethical Impacts* vormt *Collaboration* de vijfde cruciale component. Dit is samenwerking tussen leerlingen, tussen leraren, én tussen leraren en leerlingen.

66 Wie de decreettekst leest, stelt verbijsterd vast dat de decreetgever het heeft over het onderwijsvak “burotica of informatica”.

Uiteraard is daarbij de nodige vakkennis bij de leerkracht zelf eveneens onmisbaar. Als de leerkracht zelf nog helemaal nergens is, lopen leerlingen, ook zogenaamde *digital natives*, op hun nieuwe wegen gemakkelijk verloren. Of ze krijgen daarvoor de kans niet, omdat de leerkracht zich door een gebrek aan inhoudelijk zelfvertrouwen vastklampt aan “het boekje”.

d. *Wegen naar de toekomst*

Specifieke lerarenopleidingen

Specifieke lerarenopleidingen zoals we die in Vlaanderen kennen, bieden in principe goede mogelijkheden om van goede informatici goede informaticaleraren te maken. Willen we echter de instroom aan goede kandidaten optrekken tot een betekenisvol niveau, dan moeten er maatregelen genomen worden. We kunnen daarbij denken aan een actievere promotie van het leraarschap onder studenten in aanverwante richtingen zoals ingenieurswetenschappen en beleidsinformatica. Ook het opentrekken van de lerarenopleiding naar contexten van opleiding en communicatie die ruimer zijn dan het leerplichtonderwijs, zou kunnen helpen om de opleiding (en het beroep) aantrekkelijker te maken. Ten slotte is een belangrijk probleem op dit ogenblik dat de meeste potentiële kandidaten zich weinig of niets kunnen voorstellen bij goed informaticaonderwijs in de secundaire school, en dus niet inzien wat ze daar als informaticaleerkracht te zoeken zouden hebben. Goed informaticaonderwijs, zeker ook in sterke, abstracte STEM-georiënteerde richtingen zal dat op den duur verhelpen. Maar daarvoor hebben we uiteraard voldoende goede leraren nodig.

Indien we onvoldoende experts in de informatica kunnen overtuigen om leerkracht te worden, moeten we ook inzetten op het aantrekken en behoorlijk scholen van kandidaat-leraren in aanverwante domeinen, met voldoende inhoudelijke kennis van informaticawetenschappen : wiskundigen, fysici, (handels)ingenieurs, enz. Daarbij is het absoluut cruciaal dat een goede vakdidactiek wordt aangeleerd en ingeoefend.

Overigens hebben we in Vlaanderen een tekort aan kandidaat-leraren voor de meeste technische en wetenschappelijke disciplines. Remedies voor dat algemene probleem kunnen zeker ook bijdragen aan het verhelpen van het specifieke probleem met informatica. Maar dan moet er bij het uitwerken van dergelijke remedies ook specifiek aan informatica gedacht worden, en niet enkel aan de “klassieke, gevestigde” wetenschappen.

De geïntegreerde lerarenopleiding

De geïntegreerde lerarenopleiding informatica kan in principe goede leraren informaticawetenschappen afleveren voor de eerste en het grootste deel van de tweede graad van het secundair onderwijs. Mede door recente persberichten over het verdwijnen van informatica als schoolvak kampen ook deze opleidingen momenteel echter met een gebrek aan kandidaten. Bovendien speelt hetzelfde fenomeen als bij de specifieke opleidingen: doordat veel leerlingen in het Vlaams secundair onderwijs een slecht beeld krijgen van wat informatica eigenlijk inhoudt,

overwegen veel potentieel goede kandidaten de keuze voor informatica als onderwijsvak niet. Ook de decreetgever moet orde op zaken stellen. Een onderwijsvak kan immers onmogelijk “burotica of informatica” heten. En het lijkt vreemd dat de Vlaamse decreetgever wel leraren informatica laat opleiden terwijl er geen specifieke eindtermen voor informatica bestaan in het Vlaams secundair onderwijs. In de op stapel staande hervormingen van de lerarenopleiding(en) en de (her)definiëring van studie- en competentieprofielen voor het secundair onderwijs moet op beide vlakken orde op zaken gesteld worden.

Er beweegt momenteel nogal wat in het onderwijs rond wetenschap en technologie (STEM), ook in Vlaanderen. Daarbij wordt recent, onder meer door dit rapport, aandacht gevraagd voor het belang van informaticawetenschappen, ook in geïntegreerd STEM-onderwijs. Om dergelijk onderwijs goed te realiseren zullen STEM-leraren meer in team moeten samenwerken dan nu doorgaans het geval is. Maar zelfs dan zal het wellicht nodig blijken veelzijdig(er) gevormde STEM-leraren op te leiden. Dergelijke leraren zouden een basis moeten krijgen in natuurwetenschappen, technologie en wiskunde, met inbegrip van een behoorlijke portie informaticawetenschappen. Bovendien dienen ze één van die drie domeinen verder uit te diepen, of nog meer gespecialiseerd, een subdomein (zoals bijvoorbeeld informaticawetenschappen). Leraren met een dergelijk competentieprofiel zouden goed onderwijs in Wetenschap en Technologie kunnen verzorgen in de eerste en de tweede graad van het secundair onderwijs, maar het decreet op de lerarenopleiding moet aangepast worden om dat mogelijk te maken.

Ten slotte is het ook van cruciaal belang een voldoende substantiële inleiding tot de informaticawetenschappen in te bouwen in de opleiding van leraren voor het basisonderwijs. Het inzetten van meer gespecialiseerde leermeesters wetenschap en techniek in vooral de hoogste graad van de lagere school verdient daarbij verder onderzocht te worden, maar ook daarbij mogen informaticawetenschappen niet over het hoofd gezien worden!

e. Vorming en navorming van leraren in functie

Maatregelen in de lerarenopleidingen sorteren betekenisvolle effecten over ten vroegste enkele jaren. Als Vlaanderen ernstig werk wil maken van beter onderwijs in de informaticawetenschappen zullen ook inspanningen nodig zijn voor bijkomende vorming van leraren in functie. Inspiratie voor de organisatie daarvan vinden we bijvoorbeeld in de professionele leergemeenschappen, met leraren zelf centraal, die de Engelse overheid heeft opgezet met medewerking van *Computing at School*, universiteiten en lerarenopleidingen.

f. Besluiten

Uit de bovenstaande analyse kunnen enkele besluiten getrokken worden, die vervolgens aanleiding zullen geven tot concrete aanbevelingen:

1. Onderwijs in de informaticawetenschappen vereist een specifieke vakinhoudelijke kennis, alsook een specifieke didactische aanpak (coachend, ervaringsgericht).
2. Er bestaat een geïntegreerde lerarenopleiding voor professionele bachelors onderwijs in de informaticawetenschappen. Door gebrek aan eindtermen en leerplannen voor het secundair onderwijs is deze echter niet noodzakelijk overal inhoudelijk in overeenstemming met de verwachtingen van een dergelijke opleiding. Bovendien is ze weinig populair bij studenten, waarschijnlijk mee door het ontbreken van duidelijke curricula in het secundair onderwijs.
3. De huidige opleiding voor leerkrachten voor het basisonderwijs bereidt niet voor op onderwijs in de informaticawetenschappen. Ook in geïntegreerde opleidingen voor professionele bachelors onderwijs in andere disciplines dan informaticawetenschappen is een inhoudelijke component informaticawetenschappen onbestaand.
4. Er bestaan specifieke lerarenopleidingen voor informaticawetenschappen, maar die trekken weinig studenten aan.

Deze vaststellingen geven aanleiding tot volgende concrete aanbevelingen:

Aanbeveling 2.1

Om informaticawetenschappen op het niveau van het basisonderwijs te introduceren, dienen elementen van informaticawetenschappen opgenomen te worden in de lerarenopleiding voor leerkrachten basisonderwijs.

Aanbeveling 2.2

Er dienen professionele bachelors opgeleid te worden tot leerkrachten in de informaticawetenschappen die in eerste en tweede graad secundair onderwijs kunnen lesgeven. Deze opleiding bestaat, maar moet inhoudelijk versterkt worden en moet meer studenten aantrekken. Het duidelijk vooropstellen van een curriculum informaticawetenschappen in het secundair onderwijs is hiervoor van cruciaal belang.

Aanbeveling 2.3

Er dient een inhoudelijke component informaticawetenschappen te komen in geïntegreerde lerarenopleidingen in relevante andere disciplines.

Aanbeveling 2.4

Specifieke lerarenopleidingen die voorbereiden op het leraarschap in de informaticawetenschappen moeten worden versterkt en aantrekkelijker gemaakt voor kandidaten met relevante inhoudelijke competentieprofielen.

Aanbeveling 2.5

Op korte termijn dient sterk ingezet te worden op navorming en bijscholing van de huidige leraren in basisonderwijs en secundair onderwijs.

5. Aanbevelingen van de KVAB en de Jonge Academie

Op basis van bovenstaande analyse, komt deze werkgroep tot twee algemene aanbevelingen, die vervolgens elk aanleiding geven tot een aantal specifieke aanbevelingen:

Aanbeveling 1

Zowel in het basisonderwijs als in het secundair onderwijs dient een sterke component informaticawetenschappen opgenomen te worden in het leerplichtonderwijs. De op stapel staande onderwijshervorming biedt hiertoe een unieke kans. (Zie hoofdstuk 3.)

Aanbeveling 2

Om degelijk onderwijs in de informaticawetenschappen te kunnen aanbieden, dienen de lerarenopleidingen inhoudelijk aangepast te worden en aantrekkelijker gemaakt. Tegelijk dient op korte en middellange termijn sterk ingezet te worden op bijscholing en navorming van het bestaande leerkrachtenkorps. (Zie hoofdstuk 4.4.)

Volgende concrete aanbevelingen handelen over de introductie van een component informaticawetenschappen in het leerplichtonderwijs, en zijn dus een verdieping van Aanbeveling 1.

Aanbeveling 1.1

Alle leerlingen dienen op het einde van het basisonderwijs een basisvorming in de informaticawetenschappen te hebben. De aldus opgebouwde competenties dienen verder onderhouden en verbreed te worden in het secundair onderwijs. Deze vorming heeft als doel om de leerlingen informaticavaardig te maken, alsook om bij te dragen tot een positief, enthousiasmerend beeld van STEM-georiënteerde richtingen in het algemeen, en informaticawetenschappen in het bijzonder. (Zie hoofdstuk 3.)

Aanbeveling 1.2

Voor leerlingen in richtingen met een sterke STEM-component dient er een voldoende breed en diepgaand aanbod te zijn in de informaticawetenschappen, zowel in richtingen die voorbereiden op academisch en professioneel hoger onderwijs, als in richtingen die rechtstreeks voorbereiden op de arbeidsmarkt. Deze verbreding en verdieping heeft als doel om een voldoende grote groep leerlingen voor te bereiden op een loopbaan waarin gebruik van informaticawetenschappen voor ontwikkeling en innovatie centraal staat. (Zie hoofdstuk 3.)

Aanbeveling 1.3

De overheid moet eindtermen opleggen inzake onderwijs in de informaticawetenschappen, en de koepels moeten bijhorende leerplannen ontwikkelen. De op stapel staande onderwijshervorming biedt hiertoe een unieke kans. (Zie hoofdstuk 3.1.)

Aanbeveling 1.4

Er moet voorzien worden in voldoende aangepaste technisch-didactische ondersteuning (mensen en middelen) voor de scholen.

Aanbeveling 1.5

Vorm een werkgroep die op korte termijn aanbevelingen formuleert voor eindtermen informaticawetenschappen. Betrek alle relevante actoren (onderwijskoepels, overheid, academische wereld en bedrijfsleven). Gebruik maximaal de in Vlaanderen aanwezige expertise in bijvoorbeeld i22n, en gebruik als voorbeeld de ontwikkelingen in de ons omringende landen, de buitenschoolse activiteiten in Vlaanderen, en de pionierende scholen. (Zie hoofdstukken 3.2 en 3.3.)

Volgende aanbevelingen handelen over de opleiding van leerkrachten om de bovenvermelde curricula informaticawetenschappen succesvol in de praktijk te brengen:

Aanbeveling 2.1

Om informaticawetenschappen op het niveau van het basisonderwijs te introduceren, dienen elementen van informaticawetenschappen opgenomen te worden in de lerarenopleiding voor leerkrachten basisonderwijs. Hiervoor moet zowel het huidige curriculum aangepast worden, als navorming georganiseerd.

Aanbeveling 2.2

Er dienen professionele bachelors opgeleid te worden tot leerkracht in de informaticawetenschappen die in eerste en tweede graad secundair onderwijs kunnen lesgeven. Deze opleiding bestaat, maar moet inhoudelijk versterkt worden en moet meer studenten aantrekken. Het duidelijk vooropstellen van een curriculum informaticawetenschappen in het secundair onderwijs is hiervoor van cruciaal belang.

Aanbeveling 2.3

Er dient een inhoudelijke component informaticawetenschappen te komen in geïntegreerde lerarenopleidingen in relevante andere disciplines.

Aanbeveling 2.4

Specifieke lerarenopleidingen die voorbereiden op het leraarschap in de informaticawetenschappen moeten worden versterkt en aantrekkelijker gemaakt voor kandidaten met relevante inhoudelijke competentieprofielen.

Aanbeveling 2.5

Op korte termijn dient sterk ingezet te worden op navorming en bijscholing van de huidige leraren in basisonderwijs en secundair onderwijs.

6. Dankwoord

De co-voorzitters wensen hun dank te betuigen aan alle leden van de Werkgroep voor de bijdrage die zij hebben geleverd bij het tot stand komen van het rapport. Zij danken hen voor de presentaties die zij hebben gegeven en de interessante discussies over de verschillende onderwerpen die werden behandeld. Bijzondere dank gaat naar diegenen die de pen hebben vastgehouden en de teksten hebben geschreven.

Co-voorzitters en Auteurs-Editors

Dr.ir. Jacques Van Remortel (KVAB, Klasse van de Technische Wetenschappen)

Prof.dr.ir. Giovanni Samaey (Jonge Academie)

“De publicatie van dit Standpunt werd op 14 november 2014 door de Jonge Academie en op 27 november 2014 door de Klasse Technische Wetenschappen van de KVAB goedgekeurd.”

7. Appendices

1) Opdrachtsverklaring

De huidige economische situatie verplicht Vlaanderen om zich te richten op een kenniseconomie waarin innovatie centraal staat. Het leerplichtonderwijs (basisonderwijs en secundair onderwijs) heeft in deze een belangrijke rol te vervullen. Omwille van het grote belang van de informatisering in deze context, wenst deze werkgroep specifiek te reflecteren over het onderwijs van de informatica binnen het leerplichtonderwijs in Vlaanderen.

In een poging om een algemene, toekomstgerichte visie te ontwikkelen over het onderwijs van de informatica in het leerplichtonderwijs, zal zij zich onder meer buigen over de volgende vragen:

- Welke inhoudelijke kennis en vaardigheden kunnen, mogen en moeten we als verworven verwachten bij 18-jarige schoolverlaters?
- Welke informatica kan/moet in het leerplichtonderwijs onderwezen worden zodat het vak niet louter een utilitaire, maar ook een vormende finaliteit heeft, naar analogie met andere wetenschappelijke disciplines (zoals wiskunde, scheikunde, natuurkunde, etc.)?
- Welke differentiatie is mogelijk/wenselijk naargelang de leeftijd of de studierichting van de leerlingen?
- Op welke manier moet/kan het onderwijs ingericht worden om deze doelstellingen te realiseren?
- Welke hinderpalen bestaan er om deze doelstellingen te realiseren, en welke maatregelen kunnen deze wegwerken?

De werkgroep zal gezaghebbende personen samenbrengen uit de academische wereld, onderwijskoepels, het departement onderwijs en het bedrijfsleven met uiteenlopende expertise (informatica en andere STEM-richtingen, pedagogische en economische richtingen) alsook kennis van het Vlaamse onderwijs. Op basis van een analyse van de huidige Vlaamse situatie, Europese aanbevelingen, en een vergelijking met de ons omringende landen zal zij een algemene toekomstvisie ontwikkelen, die aan de relevante actoren zal bezorgd worden voor verdere concretisering.

2) Samenstelling van de Werkgroep

Uit de klasse technische wetenschappen, KVAB

1. Prof.dr.ir Joos Vandewalle, Faculteit Ingenieurswetenschappen, KU Leuven, joos.vandewalle@esat.kuleuven.be
2. Dr.ir. Jacques Van Remortel, voorheen Alcatel-Lucent-Bell, jacquesvanremortel@telenet.be, co-voorzitter, auteur-editor

Uit de klasse natuurwetenschappen, KVAB

3. Prof.dr.ir. Luc Steels, Artificiële Intelligentie, VUB, steels@ai.vub.ac.be
4. Em. Prof.dr. Yvan Bruynseraede, Faculteit Wetenschappen, KU Leuven, yvan.bruynseraede@fys.kuleuven.be
5. Prof.dr. Peter Vandenabeele, VIB, UGent, Peter.Vandenabeele@dmbr.vib-ugent.be

Uit de klasse menswetenschappen, KVAB

6. Prof.dr. Lieven Verschaffel, Instructiepsychologie en –technologie, KU Leuven, lieven.verschaffel@ppw.kuleuven.be

Uit de Jonge Academie

7. Prof.dr.ir. Frederik De Laender, UNamur en UGent, frederik.delaender@unamur.be
8. Prof.dr. Lennart Martens, VIB UGent, lennart.martens@vib-ugent.be
9. Prof.dr.ir. Giovanni Samaey, KU Leuven, giovanni.samaey@cs.kuleuven.be, co-voorzitter, auteur-editor
10. Prof.dr.ir. Bram Vanderborght, VUB, bram.vanderborght@vub.ac.be

Uit de Academie Royale de Belgique (ARB)

11. Prof.dr.ir. Hugues Bersini, ULB, bersini@ulb.ac.be

Aanvullende academische leden

12. Ir. Jan Dekelver, Thomas More, jan.dekelver@thomasmore.be
13. Prof.dr. Bern Martens, UC Leuven-Limburg en KU Leuven, Bern.Martens@khleuven.be
14. Prof.dr. Frank Neven, Faculteit Wetenschappen, Universiteit Hasselt, frank.neven@uhasselt.be
15. Prof.dr. Monique Snoeck, KU Leuven, monique.snoeck@kuleuven.be

16. Dr.ir. Francis wyffels, UGent, francis.wyffels@ugent.be
17. Em.Prof.dr.ir. Dirk Deschoolmeester, bfia, dirkdeschoolmeester@gmail.com
18. Patricia Waerniers, Directeur Onderwijs Hogeschool VIVES, patricia.waerniers@vives.be

Leden uit het bedrijfsleven

19. Martine Tempels, Telenet, Senior Vice President, ICT Woman of the Year 2012, Voorzitter van het STEM platform, stichter van Coderdojo België, martine.tempels@staff.telenet.be
20. Saskia Van Uffelen, Digital Champion van België, CEO van Ericsson Belux, saskia.van.uffelen@telenet.be
21. Ir. Paul Gistelinck, Directeur Warmtenetten bij Eandis
Paul.gistelinck@eandis.be
22. Giselle Vercauteren, medewerker Digital Champion België, Head of Development TUI Benelux
Giselle.Vercauteren@gmail.com

Waarnemer uit het departement Onderwijs

Rita Dunon, Adviseur, Horizontaal beleid, Departement Onderwijs en Vorming,
rita.dunon@ond.vlaanderen.be

Waarnemers uit de katholieke schoolkoepel

Marcel Van Lommel, VSKO, stafmedewerker, basisonderwijs, Marcel.VanLommel@vsko.be
Greet Vanderbiesen, VSKO, stafmedewerker, secundair onderwijs, Greet.Vanderbiesen@vsko.be
Tom Claes, VSKO, stafmedewerker, buitengewoon onderwijs, Tom.Claes@vsko.be

3) Samenvatting van de aanbevelingen van buitenlandse academies

a. *Recommendations England*

Recommendation 1

The term ICT as a brand should be reviewed and the possibility considered of disaggregating this into clearly defined areas such as digital literacy, Information Technology and Computer Science. There is an analogy here with how English is structured at school, with reading and writing (basic literacy), English Language (how the language works) and English Literature (how it is used). The term 'ICT' should no longer be used as it has attracted too many negative connotations.

Recommendation 2

The government should set targets for the number of Computer Science and Information Technology specialist teachers, and monitor recruitment against these targets in order to allow all schools to deliver a rigorous curriculum. This should include providing training bursaries to attract suitably qualified graduates into teaching – for which industry funding could be sought. Education Scotland should ensure that the declared entitlement of all learners to third-level outcomes in Computing Science is implemented in all schools for all learners using appropriately qualified teachers.

Recommendation 3

Government departments with responsibility for Education in the UK should seek industry support to extend existing funding in this area, and should ensure that there is coordination of CPD provision for Computer Science and Information Technology teachers that deepens subject knowledge and subject-specific pedagogy. Government should set a minimum level of provision for subject-specific CPD for Computing teachers, should seek support from business and industry to make that provision, and should ensure that the provision is well coordinated and deepens subject knowledge and subject specific pedagogy.

Recommendation 4

School infrastructure service providers, working with others, should prepare a set of off-the-shelf strategies for balancing network security against the need to enable good teaching and learning in Computer Science and Information Technology, and should encourage schools to discuss and adopt them with their service providers. Such a "Guide to Best Practice" should be used by schools and local authorities as part of any tendering process for outsourced service provision.

Recommendation 5

Suitable technical resources should be available in all schools to support the teaching of Computer Science and Information technology. These could include pupil-friendly programming environments such as Scratch, educational microcontroller kits such as PICAXE and Arduino, and robot kits such as Lego Mindstorms.

Recommendation 6

The Department for Education should remedy the current situation, where good schools are disincentivised from teaching Computer Science, by reforming and rebranding the current ICT curriculum in England. Schemes of work should be established for ages 5 – 14 across the range of Computing aspects, e.g. digital literacy (the analogue to being able to read and write), Information Technology, and Computer Science. These should be constructed to be implementable in a variety of ways, including a cross-curricular approach for digital literacy at primary and early secondary school. Schools may prefer not to impose a timetable or separately staff these elements at this age, but the existence of separately-defined learning experiences will ensure that each strand is always properly developed – unlike at present. A timetable distinction should then be in place from the age of 14, allowing pupils to make a well-informed choice to study for recognized qualifications in Information Technology and/or Computer Science. Given the lack of specialist teachers, we recommend that only the teaching of digital literacy is made statutory at this point. However, the long-term aim should be to move to a situation where there are sufficient specialist teachers to enable all young people to study Information Technology and Computer Science at school. Accordingly, the Government should put in place an action plan to achieve this. The schools inspectorates should monitor the implementation of this change to ensure that the problems of the current curriculum are not replicated.

Recommendation 7

In order to redress the imbalance between academic and vocational qualifications in this area – and to ensure that all qualifications are of value to those who take them – the departments for education across the UK should encourage Awarding Organisations to review their current provision and develop Key Stage 4 (KS4) qualifications in Computer Science in consultation with the UK Forum (see Recommendation 11), universities and employers. Awarding Organisations across the UK should review and revise the titles and content of all new and existing qualifications in this area to match the disaggregation described above (e.g. Computer Science, Information Technology and digital literacy).

Recommendation 8

The UK Forum (see recommendation 11) should advise Awarding Organisations on appropriate assessment methods for qualifications in digital literacy, Information Technology and Computer Science.

Recommendation 9

The UK Forum (see recommendation 11) should put in place a framework to support non-formal learning in Computer Science and to support teachers. Considerations include after-school clubs, school speakers and mentoring for teachers in developing their subject knowledge. Bodies such as STEMNET will have a role to play in implementing this. To inform the focus of investment in non-formal learning in Computing, the UK Forum should also look at establishing

a rigorous evidence base for the effectiveness and value of various Computer Science E&E activities. Affordability will also be a relevant consideration.

Recommendation 10

Awarding Organisations should consult with the UK Forum (see recommendation 11) and HE departments to develop rigorous Level 3 academic qualifications in Computer Science.

Recommendation 11

The Computing community should establish a lasting UK Forum for joint working and coordination between the many Computing bodies, in order to progress the recommendations within this report. The Forum should provide regular progress reports on the implementation of the recommendations.

b. Recommendations France

Pour toutes ces recommandations, le mot informatique désigne les concepts, la science et la technique de l'informatique, comme expliqué dans le rapport complet, et ne se limite donc pas à la simple utilisation de matériels et logiciels.

Décider d'enseigner la science informatique

La décision essentielle à prendre est de mettre en place un enseignement de science informatique depuis le primaire jusqu'au lycée, orienté vers la compréhension et la maîtrise de l'informatique, et dépassant donc largement les seuls usages des matériels et logiciels. Cette mise en place ne doit plus être différée.

Pour la réaliser, il sera souhaitable de procéder, sur chacun des points, à une expérimentation d'échelle suffisante et de durée suffisamment brève, accompagnée solidement et dont l'extension fera l'objet d'une stratégie pluri-annuelle.

Programmes

Primaire:

Dans les programmes de l'école primaire, inclure une initiation aux concepts de l'informatique. Mêler dès ce niveau des activités branchées et débranchées.

Collège:

Introduire un véritable enseignement d'informatique, qui ne soit pas noyé dans les autres enseignements scientifiques et techniques, mais développe des coopérations avec ceux-ci dans une volonté d'interdisciplinarité.

Lycée:

- Proposer un enseignement obligatoire d'informatique en seconde.
Rendre obligatoire l'enseignement d'informatique en première et en terminale S, sans exclure une option de spécialité plus approfondie en terminale.
- Proposer un enseignement facultatif d'informatique en première et terminale L et ES.
- Continuer et développer l'enseignement d'informatique dans les séries techniques et professionnelles.
- Étudier l'équilibrage horaire des disciplines requis par l'introduction de l'informatique, avec d'une part un horaire spécifique d'informatique, et d'autre part la prise en compte de contenus informatiques au sein des autres disciplines et de leurs programmes. Un équilibrage inventif des disciplines ne peut être du ressort de ce seul rapport, mais il ne doit pas servir d'alibi à un nouveau retard à l'introduction de l'informatique, qui serait fortement préjudiciable à notre pays et aussi à notre système éducatif dans son ensemble.

Supérieur:

- Pour les CPGE (classes préparatoires aux grandes écoles), augmenter le volume horaire dédié à l'enseignement d'informatique. Le volume actuellement proposé de deux heures en première année et une heure en seconde année ne saurait suffire à couvrir les besoins culturels et professionnels des étudiants de ces classes
- Développer des cours spécifiques de culture informatique pour tous les étudiants des cycles 6 licence et maîtrise, en particulier ceux qui se destinent à l'enseignement.

Formation des enseignants

- Inclure l'informatique dans la formation initiale des professeurs des écoles, et former les professeurs en activité par un développement professionnel volontariste afin que tous puissent initier leurs élèves à cette discipline.
- Au collège aller vers un enseignement d'informatique spécifique, assuré par des professeurs ayant une exigence de niveau et de diplôme identique à celle des autres sciences au Collège.
- Recruter des enseignants de discipline informatique au lycée ayant une exigence de niveau et de diplôme identique à celle des autres sciences au Lycée.
- Concevoir une intégration de l'informatique dans les enseignements disciplinaires traditionnels, aussi bien dans les humanités que dans les sciences.

c. Aanbevelingen Nederland

Aanbeveling 1

Voer een nieuw verplicht vak Informatie & communicatie voor de onderbouw van havo (Hoger Algemeen Voortgezet Onderwijs) en vwo (Voorbereidend Wetenschappelijk Onderwijs) 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 (Hoger Beroepsonderwijs) en de universiteiten op hierbij samen te werken.

Aanbeveling 5

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

RECENTE STANDPUNTEN (vanaf 2011)

12. Erick Vandamme, Tom Anthonis, Sophie Dobbelaere – *Industrial Biomass: Source of Chemicals, Materials, and Energy*. 2011.
13. Joos Vandewalle, Etienne Aernoudt, Ludo Gelders, Jan Kretzschmar, Elie Ratinckx, Achiel Van Cauwenberghe, Thomas Vandenberghe, Ann Van der Auweraert, Georges Van der Perre, Willy Van Overschée, Willy Verstraete, Paul Verstraeten, Dirk Wauters – *Enthousiast en effectief communiceren over wetenschap en techniek*. 2011.
14. Jan Kretzschmar, Ronnie Belmans, Tobias Denys, Ludo Gelders, Frederik Geth, Kenneth Lebeau, Jan Leuridan, Cathy Macharis, Inge Mayeres, Maarten Messagie, Carlo Mol, Dirk Roesems, Peter Van den Bossche, Hendrik Van Landeghem, Joeri Van Mierlo – *Elektrische Voertuigen*. 2012.
15. Wilfried DEWACHTER – *De informatierijkdom van de verkiezingen maximaliseren*, 2012.
16. Karel Velle, Willem Frijhoff, Jan De Maeyer, Jean-Pierre Nandrin, Bert De Munck, Pierre Delsaerd, Marc Boone, Nico Wouters, Adriaan Linters, Dominique Allard, Leen Van Dijck, Christina Ceulemans, Gustaaf Janssens, Wout De Vuyst – *Geschiedenis en Erfgoed*. 2012
17. Hendrik Van Brussel (ed.) – *De maakindustrie, motor van welvaart in Vlaanderen*, KVAB, Klasse Technische Wetenschappen, 2013.
18. Hubert Bocken (ed.) – *De gerechtelijke hervorming. Een globale visie*, KVAB, Klasse Menswetenschappen, 2013.
19. Georges Van der Perre en Jan van Campenhout (ed.) – *Van Blended naar Open Learning? Internet en ICT in het Vlaams hoger onderwijs*, KVAB, Klasse Technische Wetenschappen, 2013.
20. Jan Velaers – *Federalisme/confederalisme, en de weg er naar toe....*KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2013.
21. Karel Velle – *Archieven, de politiek en de burger*, KVAB/Klasse Menswetenschappen, 2013.
22. Etienne Aernoudt, Dirk Fransae, Egbert Lox, Karel Van Acker – *Dreigende metaalschaarste? Innovaties en acties op weg naar een circulaire economie*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2014.
23. Roger Marijnissen, Francis Strauven – *Voor een verantwoord beheer van ons kunstpatrimonium*, KVAB/Klasse Kunsten, 2014.
24. Jan Eeckhout, Joep Konings – *Jeugdwerkloosheid*, Denkersprogramma Klasse Menswetenschappen, 2014.
25. Pascal Verdonck (ed.) – *Medische Technologie, als motor voor innovatieve gezondheidszorg*, KVAB/Klasse Technische Wetenschappen, 2014.
26. Charles Hirsch (KNW), Erik Tambuyzer (KTW) – *Innovatief ondernemerschap via spin-offs van kenniscentra*, KVAB/Klassen Natuurwetenschappen en Technische Wetenschappen, 2014.

De volledige lijst met standpunten en alle pdf's kunnen worden geraadpleegd op
www.kvab.be/standpunten.aspx