

# STUDIREEKS

# 7 25 1

Kiezen voor STEM. De keuze van jongeren voor technische en wetenschappelijke studies.





STUDIREEKS

25 |

—

**De keuze van jongeren voor technische en  
wetenschappelijke studies**

Wouter van den Berghe (Tilkon)

Dirk De Martelaere (MAS)



# INHOUD

<b>VOORWOORD</b>	<b>13</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>17</b>
<b>1 SITUERING VAN HET ONDERZOEK</b>	<b>27</b>
1.1 BELEIDSCONTEXT	27
1.1.1 Uitgangspunt van het onderzoek	27
1.1.2 De VRWI en de STEM-problematiek	28
1.1.3 Beweging in het Vlaams Parlement	29
1.1.4 De grote lijnen van het Vlaams actieplan STEM	31
1.2 DE STUDIEOPDRACHT VAN DE VRWI	33
1.2.1 Onderzoeksopdracht en gevolgde aanpak	33
1.2.2 Structuur en inhoud van dit rapport	34
1.3 DEFINITIE EN CLASSIFICATIE VAN STEM-STUDIERICHTINGEN	36
<b>2 DE MISMATCH TUSSEN VRAAG EN AANBOD VAN STEM-PROFIELEN</b>	<b>39</b>
2.1 STEM-TEKORTEN OP DE ARBEIDSMARKT	40
2.1.1 STEM-jobs en knelpuntberoepen	40
2.1.2 Verschillende factoren veroorzaken de tekorten aan STEM-gediplomeerden	41
2.1.3 De indicatoren staan op rood	43
2.1.4 STEM-tekorten komen overal in Europa voor	50
2.1.5 Technische gediplomeerden zijn gegeerd in vele landen	53
2.1.6 De STEM-tekorten belemmeren de economische ontwikkeling	56

2.2	HET AANBOD AAN STEM-GEDIPLOMEERDEN IN HET HOGER ONDERWIJS	58
2.2.1	Het absolute aantal STEM-gediplomeerden in Europa is sterk toegenomen	58
2.2.2	Er zijn veel minder vrouwelijke dan mannelijke STEM-gediplomeerden	62
2.2.3	Het relatief aandeel van STEM onder de gediplomeerden neemt in de meeste landen af	65
2.2.4	Bij generatiestudenten is het STEM-aandeel hoger dan bij de gediplomeerden	67
2.2.5	Verschillen tussen landen zijn niet eenvoudig te verklaren	69
2.3	DE KEUZE VOOR STEM IN HET SECUNDAIR ONDERWIJS	75
2.3.1	Het STEM-aandeel bij scholieren is moeilijk te vatten	75
2.3.2	De STEM-evoluties in het secundair onderwijs verschillen van land tot land	76
2.4	INSTROOM VAN BUITENLANDSE STEM-STUDENTEN	84
2.4.1	Buitenlandse studenten zijn economisch interessant	84
2.4.2	Europa is een aantrekkelijke regio voor buitenlandse studenten	86
2.4.3	Veel studenten komen uit bevolkingsrijke landen in Azië en Zuid-Amerika	89
2.4.4	Aziatische groei landen willen meer buitenlandse studenten	91
2.4.5	Economische voordelen realiseren wordt moeilijker	92

<b>3</b>	<b>STEM-STROMEN IN HET VLAAMSE ONDERWIJS</b>	<b>95</b>
3.1	STEM IN HET SECUNDAIR ONDERWIJS	95
3.1.1	Iets meer dan 4 op 10 leerlingen zit in een STEM-richting	95
3.1.2	Meisjes volgen nauwelijks STEM-richtingen in het TSO en BSO	98
3.1.3	Het aantal leerlingen in STEM-studierichtingen daalt licht	99
3.2	STEM-STUDENTEN IN HET HOGER ONDERWIJS	101
3.2.1	Een kwart van de generatiestudenten kiest voor STEM	101
3.2.2	Het aantal STEM-generatiestudenten is het laatste decennium licht gestegen	103
3.2.3	Het aandeel van de STEM daalt de laatste jaren licht bij de generatiestudenten	111
3.2.4	Eén afgestudeerde op 5 haalt een STEM-diploma	114
3.2.5	Evoluties en te verwachten evoluties in het aantal hogere STEM-gediplomeerden	116
3.3	DE DOORSTROOM VAN HET SECUNDAIR NAAR HET HOGER ONDERWIJS	119
3.3.1	7 op 10 gediplomeerden uit het secundair onderwijs gaan naar het hoger onderwijs	119
3.3.2	Drie STEM-scholieren op de tien kiezen voor niet-STEM in het hoger onderwijs	120
3.3.3	De helft van de STEM-instroom in het hoger onderwijs komt uit het ASO	124

3.4	DE DOORSTROMING VAN DE STEM-SCHOLIEREN NAAR HET HOGER ONDERWIJS	126
3.4.1	Van STEM naar STEM	126
3.4.2	Van STEM naar zorg-STEM	129
3.4.3	Van STEM naar niet-STEM	132
3.5	RESULTATEN VAN ENKELE BIJKOMENDE ANALYSES	133
3.5.1	Eén op vijf BSO-scholieren in STEM-richtingen haalt geen diploma secundair onderwijs	133
3.5.2	Drie vierde van de studenten die instromen in STEM hoger onderwijs is mannelijk	136
3.5.3	Beperkte doorstroom van niet-STEM naar STEM	138
3.5.4	STEM-keuzes in het hoger onderwijs zijn niet gerelateerd aan onderwijskansarmoede	140
3.6	DE INSTROOM VAN BUITENLANDSE STUDENTEN IN HET VLAAMSE HOGER ONDERWIJS	142
3.6.1	Er zijn minder buitenlandse studenten aan Vlaamse dan aan Franstalige instellingen	142
3.6.2	De instroom van buitenlandse STEM-studenten in bacheloropleidingen is zeer beperkt	144
3.6.3	STEM-master- en doctoraatsopleidingen zijn populair bij buitenlandse studenten	146

<b>4</b>	<b>DE DOORSTROMING VAN VLAAMSE STEM-GEDIPLOMEERDEN NAAR DE ARBEIDSMARKT</b>	<b>151</b>
4.1	INLEIDING	151
4.1.1	Kiezen STEM-studenten na het afstuderen voor STEM-jobs?	151
4.1.2	Analyse op basis van een quota-steekproef van duizend STEM-gediplomeerden	152
4.1.3	Meisjes kiezen minder voor STEM-studies gerelateerd aan knapuntberoepen	155
4.2	KENMERKEN VAN DE EERSTE VOLTijdSE JOB VAN STEM-GEDIPLOMEERDEN	156
4.2.1	STEM-gediplomeerden komen vooral terecht in industriële sectoren	156
4.2.2	Slechts voor de helft van de STEM-gediplomeerden is een STEM-opleiding noodzakelijk voor de eerste job	158
4.2.3	Vier op tien van de STEM-gediplomeerden hebben een job met een laag STEM-gehalte	161
4.3	DE HUIDIGE JOB VAN DE STEM-GEDIPLOMEERDEN	165
4.3.1	Een derde van de respondenten oefent nog steeds de eerste job uit	165
4.3.2	STEM-inhoud van de huidige job	166
4.3.3	Het STEM-gehalte van de job neemt toe bij STEM-SO-gediplomeerden	167
4.3.4	Ook in het buitenland komen STEM-gediplomeerden in niet-STEM jobs terecht	169

4.4	DE BEHOEFTE AAN STEM IN DE VOOROPLEIDING	172
4.4.1	Zes op tien hebben voldoende STEM gehad in hun opleiding	172
4.4.2	De STEM-gediplomeerden zijn vragende partij voor meer ICT in het secundair onderwijs	174
4.4.3	Vraag naar meer technologie en ICT in STEM-opleidingen in het hoger onderwijs	175
<b>5</b>	<b>FACTOREN DIE DE KEUZE VOOR STEM BEÏNVLOEDEN</b>	<b>177</b>
5.1	INLEIDEND: ENKELE ALGEMENE BEVINDINGEN	177
5.1.1	Verskillende factoren spelen een rol bij de studiekeuze van Vlaamse jongeren	177
5.1.2	Studiekeuzebepalende factoren verschillen sterk tussen jongeren	181
5.1.3	Het 'expectancy-value'-model van Eccles als raamwerk voor studiekeuzemotieven	185
5.1.4	Structuur van dit hoofdstuk	189
5.2	INTERESSE VAN JONGEREN IN WETENSCHAP EN TECHNIEK	190
5.2.1	De algemene houding van jongeren t.o.v. wetenschap en techniek is positief	190
5.2.2	Vlaamse jongeren zijn zelden enthousiast over wetenschapsonderwijs	192
5.2.3	Ook internationaal staan jongeren niet zo positief tegenover wetenschap op school	195
5.2.4	Goede STEM-scores in een land leiden niet naar hogere interesse	198



5.2.5	Interesse in STEM ontstaat op vroege leeftijd	199
5.2.6	Interesse voor techniek is gerelateerd aan het onderwijssysteem	202
5.3	DE ANDERE FACTOREN DIE MEE DE STUDIEKEUZE- MOTIVATIE BEÏNVLOEDEN	205
5.3.1	Geloof in eigen kunnen	205
5.3.2	Identificatie	209
5.3.3	Utiliteit	216
5.3.4	Relatieve kost	220
5.4	GENDERVERSCHILLEN: FEITEN EN VERKLARINGEN	222
5.4.1	Inleiding	222
5.4.2	Minder en andere interesse in wetenschap en techniek	222
5.4.3	Minder zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen	226
5.4.4	Minder identificatie met het beroep	229
5.4.5	Lagere utiliteit en hogere relatieve kost	234
5.4.6	Verschillende oorzaken voor de genderverschillen	235
5.5	EXTERNE FACTOREN EN INVLOEDEN BIJ DE STUDIEKEUZE	237
5.5.1	Toegangsrestricties en beperkingen in het aanbod	237
5.5.2	De invloed van ouders en familie	238
5.5.3	Invloed van andere personen en organisaties	244
5.6	TYOLOGIËN VAN JONGEREN OP BASIS VAN HUN HOUDING NAAR STEM	245

<b>6</b>	<b>INITIATIEVEN OM JONGEREN TE STIMULEREN VOOR STEM-STUDIES EN –BEROEPEN</b>	<b>253</b>
6.1	VEEL INITIATIEVEN	253
6.1.1	Europese landen blijven niet bij de pakken zitten	253
6.1.2	De meeste STEM-initiatieven streven verschillende doelstellingen na	255
6.2	VERSCHILLENDE SOORTEN INITIATIEVEN	257
6.2.1	Beleidsplannen en ondersteunende structuren	258
6.2.2	Curriculumhervormingen	258
6.2.3	Pedagogische vernieuwingen	260
6.2.4	Opleiding en bijscholing van leerkrachten	263
6.2.5	Samenwerking van scholen met andere organisaties	264
6.2.6	Acties gericht naar bepaalde doelgroepen	266
6.2.7	Enkele verschillen met Vlaanderen	267
6.3	VOORBEELDEN VAN BELEIDSPLANNEN EN ONDERSTEUNENDE STRUCTUREN	268
6.3.1	Deltaplan Bèta Techniek (Nederland)	269
6.3.2	Science for the future (Noorwegen)	271
6.3.3	LUMA (Finland)	272
6.3.4	Le plan pour les sciences et technologies à l'école (Frankrijk)	274
6.3.5	Discover Science & Engineering (Ierland)	275
6.3.6	Beleidsontwikkelingen in Zwitserland	276
6.4	VOORBEELDEN VAN PEDAGOGISCHE VERNIEUWINGSINITIATIEVEN	277
6.4.1	La main à la pâte (Frankrijk)	277
6.4.2	SINUS en SINUS Transfer (Duitsland)	279

6.4.3	Naturvetenskap och Teknik för Alla – NTA (Zweden) en TüWAS (Duitsland)	280
6.4.4	Verbreiding Techniek Basisonderwijs (Nederland)	282
6.4.5	Innovationen machen Schulen Top (Oostenrijk)	283
6.4.6	Haus der kleinen Forscher (Duitsland)	284
6.5	<b>VOORBEELDEN VAN WETENSCHAPSCENTRA EN HUN ACTIVITEITEN</b>	<b>285</b>
6.5.1	Science learning centres (Verenigd Koninkrijk)	285
6.5.2	Ciência Viva en het network van 19 regionale centra (Portugal)	286
6.5.3	Schülerlabore (Berlijn)	287
6.5.4	De centra voor wiskundeonderwijs in Noorwegen en Zweden	288
<b>7</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>289</b>
7.1	<b>CONCLUSIES</b>	<b>289</b>
7.1.1	Belangrijkste bevindingen	289
7.1.2	Voorwaarden voor succesvolle initiatieven en maatregelen	292
7.1.3	Onderliggende principes van onze voorstellen en aanbevelingen	293
7.2	<b>VOORSTELLEN EN AANBEVELINGEN</b>	<b>295</b>
7.2.1	Structurele onderwijshervormingen om het STEM-potentieel te verhogen	295
7.2.2	Pedagogische vernieuwingen in het STEM-onderwijs om de interesse te verhogen	299
7.2.3	Een attractiever beeld van STEM-beroepen zodat jongeren er zich meer mee kunnen identificeren	303
7.2.4	Maatregelen om de in- en uitstroomkanalen te beïnvloeden	306

7.3	NOOD AAN EEN DUURZAME ONDERSTEUNENDE STRUCTUUR	308
7.3.1	Aansluiting bij de grote lijnen van het VRWI Advies 155	308
7.3.2	Verruiming van het werkingsgebied en bijkomende accenten	309
7.4	AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	311
	<b>LIJSTEN VAN TABELLEN EN FIGUREN</b>	<b>315</b>
	LIJST VAN TABELLEN	315
	LIJST VAN FIGUREN	316
	<b>INFORMATIEBRONNEN</b>	<b>319</b>
	EIGEN ONDERZOEK EN ADDENDA	319
	STATISTISCHE GEGEVENS M.B.T. ONDERWIJS EN STEM	320
	WEBSITES	320
	STUDIES, RAPPORTEN EN WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES	321
	<b>MEDEWERKERS AAN HET ONDERZOEK</b>	<b>347</b>
	ONDERZOEKSTEAM	347
	LEDEN VAN DE STUURGROEP EN GECONTACTEERDE PERSONEN	348




# VOORWOORD

In zijn advies 155 *'Naar een integraal beleid voor wetenschappelijke en technische knelpuntrichtingen'* stelt de VRWI dat het Vlaams beleid op gebied van STEM<sup>1</sup> blijvend aandacht moet hebben voor nieuwe wetenschappelijke inzichten. Met voorliggend onderzoeksrapport willen we dit beleid dan ook verder ondersteunen en input geven aan het Vlaamse STEM-Platform. Dit platform zal als motor moeten fungeren achter de concrete uitrol van het STEM-beleid en het STEM-actie-plan. De problematiek rond wetenschappelijke en technische knelpuntrichtingen blijft immers – zelfs tijdens deze financieel-economische crisis – prangend en dreigt Vlaanderen te doen verzanden in een knelpunteconomie met grote weerslag op welvaart en welzijn.

Eind 2011 besteedde de VRWI een onderzoeksopdracht over de STEM-problematiek uit aan Dirk De Martelaere van adviesbureau M.A.S. en Wouter Van den Berghe van adviesbureau Tilkon. De onderzoeksopdracht omvatte twee grote onderdelen. In een eerste deel werden de leerlingen- en studentenstromen in wetenschappelijke en technische studierichtingen geanalyseerd en knelpunten gedetecteerd voor de optimalisatie van deze stromen. In een tweede deel werd onderzocht hoe de STEM-problematiek wordt aangepakt in het buitenland en wat best practices zijn waarvan Vlaanderen iets kan leren.


Het moet gezegd, voor deze ambitieuze onderzoeksopdracht in een kort tijdsbestek hadden we het geluk te mogen rekenen op een excellent en enthousiast duo van onderzoekers met veel passie voor deze belangrijke

<sup>1</sup> STEM is een afkorting van 'Science Technology Engineering Math'. De term STEM wordt internationaal gebruikt om te verwijzen naar schoolvakken, opleidingen en studierichtingen op gebied van wiskunde, exacte wetenschappen, techniek en technologie (m.i.v. ICT), en dit zowel in het secundair als in het hoger onderwijs. Bij uitbreiding wordt de term gebruikt om te verwijzen naar jobs en beroepen waarvoor een STEM-opleiding een belangrijke vereiste is.



problematiek. Dat ze zelf een STEM-diploma hebben, is hier misschien niet vreemd aan. Hun gedetailleerde stroomanalyses zijn dan ook internationaal pionierswerk, waarbij ze konden rekenen op de uiterst professionele steun van het Departement Onderwijs en de VDAB. Niet alles verliep altijd volgens de lijn van de oorspronkelijke onderzoeksopdracht, maar dat bleek de kwaliteit van dit rapport enkel te verhogen. Zo situeerden de onderzoekers de Vlaamse gegevens in een internationale context en analyseerden ze ook internationale onderzoeksresultaten over de factoren die meespelen bij het al dan niet kiezen voor STEM-studierichtingen. Het project werd ten slotte op een deskundige manier begeleid door de Stuurgroep Wetenschappelijke en Technische Knelpuntrichtingen die vanuit verschillende gezichtspunten deze toch complexe problematiek benaderde.

Het rapport levert talrijke interessante inzichten op en heeft niet enkel repercussies voor het STEM-Platform maar ook voor de hervorming van het secundair onderwijs, één van de belangrijkste nakende uitdagingen voor de toekomst van Vlaanderen. Zo breekt het rapport o.a. een lans voor 'inquiry based learning' en meer contextueel wetenschapsonderwijs, waarbij explorerend en probleemgericht leren en onderwijs beter aansluiten bij de leefwereld en interessesfeer van kinderen/jongeren en dit vanaf de kleuterklas. STEM-afgestudeerden kiezen bovendien te weinig voor het onderwijs wat op lange termijn kan leiden tot een vicieuze cirkel. Verder pleit het rapport sterk voor het principe 'Think Big, Think Long': acties zullen pas impact hebben wanneer ze op langere termijn kunnen lopen met garanties voor continuïteit en mits ze voldoende kritische massa hebben (lees: een groot aantal scholen



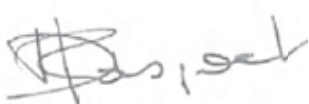
bereiken). Ook besteedt het rapport specifieke aandacht aan doelgroepen. Buitenlandse goede praktijken blijken immers vooral in staat te zijn het aantal afgestudeerden in wetenschappelijke en technische knelpuntrichtingen te verhogen door het motiveren van meisjes. Zelfvertrouwen blijkt bij hen een sleutelrol te spelen. Voor verdere aanbevelingen verwijzen we uiteraard naar het rapport zelf.

Nu is het echter dringend tijd voor actie. Gemaakte afspraken en engagementen dienen bindend te worden gemaakt en een realistisch budget dient te worden gereserveerd. We vragen alle regeringspartners hun schouders hieronder te zetten. De verschillende initiatiefnemers van het Vlaams Parlement danken we om – mede op basis van de vele vroegere VRWI adviezen hierrond – dit project te hebben gelanceerd en hopen dat zij vanuit hun controlefunctie op de Vlaamse Regering erover blijven waken dat er door de beleidsmakers echte stappen in de goede richting worden gezet, zodat een kentering wordt teweeggebracht.

Ten slotte benadrukken we nogmaals het essentiële van een onafhankelijk, autonoom en deskundig platform dat het algemeen belang van Vlaanderen dient: zowel het verhogen van de algemene uitstroom in wetenschappelijke en technische richtingen ter ondersteuning van de kennismaatschappij als het creëren van een duurzame cultuuromslag door de herwaardering van wetenschap en techniek in onze samenleving. In die zin is het absoluut cruciaal dat de leden van het platform het nodige maatschappelijke gezag hebben om, los van hun affiliatie, zaken in beweging te brengen. Complementair hieraan dienen de actoren uit het veld (onderwijs, wetenschapscommunicatoren,...) van-

uit een bottom-upwerking en vanuit hun eigen expertise de acties concreet te realiseren. De resultaten van deze acties dienen op regelmatige tijdstippen gemeten te worden om te evalueren of de inspanningen tot veranderingen of een trendbreuk geleid hebben.

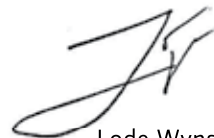
*'The best is yet to come'*, indien dit alles kan worden gerealiseerd.



Danielle Raspoet  
Secretaris VRWI



Dirk Boogmans  
Voorzitter VRWI



Lode Wyns  
Voorzitter  
Stuurgroep  
W&T  
knelpuntrichtingen

Brussel, oktober 2012





# SAMENVATTING


## **Situering van het onderzoek**

In Vlaanderen studeren jaarlijks onvoldoende jongeren af met diploma's op gebied van exacte wetenschappen, toegepaste wetenschappen, ICT en techniek (STEM). De komende jaren zal deze problematiek zich nog scherper stellen door het toenemend aantal technici, ingenieurs en wetenschappers dat met pensioen gaat en zal moeten vervangen worden. Deze problematiek belemmert de economische groei en de verdere ontwikkeling van de kennismaatschappij in Vlaanderen.

Vanuit dit uitgangspunt schreef de VRWI einde 2011 een onderzoeksopdracht uit. Het onderzoek diende het recente STEM-actieplan van de Vlaamse overheid verder te onderbouwen. Dit onderzoek werd uitgevoerd tussen 15 december 2011 en 31 augustus 2012 door de onderzoeksbureaus MAS en Tilkon.

Het onderzoek omvatte verschillende onderdelen. Er werden gedetailleerde analyses gemaakt van de overgang tussen het secundair en het hoger onderwijs, en meer in het bijzonder hoe het aandeel van de scholieren en studenten in STEM-richtingen daarbij evolueert. Een tweede onderdeel bestond uit de analyse van de instroom van STEM-gediplomeerden in de arbeidsmarkt en de evolutie van het STEM-gehalte van hun job tijdens het begin van hun loopbaan. De onderzoekers bestudeerden ook de internationale studentenstromen.

Deze analyses werden in een breder perspectief geplaatst door vergelijkingen met cijfers en evoluties in andere Europese landen. Dankzij contacten met buitenlandse experts en bezoeken ter plaatse identificeerden de onder-



zoekers interessante buitenlandse STEM-initiatieven, bedoeld om jongeren te sensibiliseren voor STEM-studierichtingen en -beroepen. Het onderzoek werd gecompleteerd met een internationale literatuurstudie over de factoren die het studiekeuzep proces bij jongeren beïnvloeden. In het kader van dit onderzoek werd ook een nieuwe STEM-classificatie ontwikkeld en toegepast voor de Vlaamse studierichtingen in het secundair en het hoger onderwijs.

### **Belangrijkste resultaten uit de kwantitatieve analyses**


Het rapport illustreert eerst aan de hand van cijfers het oorspronkelijke uitgangspunt, met name het tekort aan STEM-gediplomeerden. De onderzoekers wijzen erop dat dit niet enkel het gevolg is van de onvoldoende uitstroom uit het onderwijs, maar dat ook de evoluties op de arbeidsmarkt zelf een rol spelen. De STEM-tekorten in Vlaanderen blijken vooral betrekking te hebben op technici, ingenieurs, informaticie, wiskundige en fysici, evenals op leerkrachten voor bepaalde STEM-vakken. Deze problematiek doet zich nagenoeg overal in Europa voor, zelfs bij laagconjunctuur.

Momenteel volgen in de derde graad van het secundair onderwijs vier op de tien scholieren een STEM-richting. Maar enkel in het ASO en het KSO houden meisjes en jongens elkaar in evenwicht. In de STEM-richtingen van het TSO en BSO zitten nauwelijks meisjes. Ze zijn ook ondervertegenwoordigd in de meeste STEM-richtingen in het hoger onderwijs, behalve deze die op biologie gericht zijn. Hoewel meisjes meer dan de helft van de generatiestudenten in het hoger onderwijs uitmaken, bestaat drie kwart van de studenten in STEM-richtingen uit jongens.



Dergelijke fenomenen zijn te observeren in heel Europa, zij het niet overal in dezelfde mate. Inzake het aantal STEM-gediplomeerden in het hoger onderwijs situeert Vlaanderen zich rond het Europees gemiddelde. Veel landen doen het dus een stuk beter. De instroom van buitenlandse studenten in STEM-richtingen in Vlaanderen heeft nauwelijks invloed op de uitstroom, dit in tegenstelling tot een aantal andere Europese landen. Het aantal STEM-gediplomeerden is in Vlaanderen ook minder toegenomen dan het Europees gemiddelde (en voor sommige richtingen zelfs afgenomen). Al deze vaststellingen illustreren dat er in Vlaanderen nog groeikansen zijn voor de uitstroom van STEM-gediplomeerden.


De gedetailleerde analyses van de doorstroom vanuit het secundair naar het hoger onderwijs tonen aan dat het STEM-potentieel uit het secundair onderwijs onderbenut wordt. Zelfs als we rekening houden met de doorstroom naar zorg-STEM-richtingen (geneeskunde, apotheker, kinesithérapie, verpleegkunde,...) kiezen drie op de tien scholieren, die in het secundair onderwijs een STEM-richting volgden, vervolgens in het hoger onderwijs voor niet-STEM-richtingen. Dit komt het meest voor bij gediplomeerden uit het ASO en in het bijzonder bij meisjes. Het uiteindelijke resultaat van al deze bewegingen en het studieproces in het hoger onderwijs is dat slechts één hoger diploma op de vijf een STEM-diploma is. Bovendien is binnen STEM het aandeel van biologie toegenomen, waarvoor geen tekorten zijn op de arbeidsmarkt. Zonder gewijzigd beleid en context zullen de knelpunten op gebied van STEM-gediplomeerden blijven aanhouden.



Het onderzoek naar de instroom van STEM-gediplomeerden in de arbeidsmarkt toont overduidelijk aan dat een belangrijk deel van de STEM-gediplomeerden niet in STEM-jobs terechtkomt. Slechts voor de helft van de STEM-gediplomeerden is een STEM-opleiding noodzakelijk voor hun eerste job. Vier op de tien STEM-gediplomeerden oefenen in het begin van hun loopbaan een job uit met een laag STEM-karakter. Dit fenomeen is het meest uitgesproken bij STEM-gediplomeerden uit het secundair onderwijs. Het geldt wel in mindere mate voor gediplomeerden uit studierichtingen die kunnen gerelateerd worden aan knelpuntberoepen. De STEM-tekorten op de arbeidsmarkt worden dus niet enkel veroorzaakt door een te lage uitstroom uit het onderwijs maar ook (en soms zelfs vooral) doordat STEM-gediplomeerden worden aangeworven in niet-STEM-jobs. Verder blijkt uit het onderzoek dat veel STEM-gediplomeerden vragende partij zijn voor meer ICT in hun opleiding.

### **Belangrijkste resultaten uit de literatuurstudie en de analyse van buitenlandse praktijken**

Veel factoren blijken de keuze van jongeren voor STEM-richtingen te beïnvloeden. De belangrijkste factor is interesse in het vakgebied. Een belangrijke vaststelling is het grote verschil tussen de algemene positieve appreciatie voor wetenschap en techniek door jongeren, en hun gebrek aan enthousiasme voor wetenschapsonderwijs – iets wat overigens ook voorkomt in het buitenland. Onderzoek toont aan dat de wijze waarop wetenschapsonderwijs wordt gegeven de interesse van jongeren positief kan doen evolueren. Dat gebeurt best reeds vanaf de kindertijd. Dit is vooral een aandachtspunt bij meisjes, waar vanaf 10 jaar de belangstelling voor wetenschappen begint af



te nemen (meer dan bij jongens), vooral voor wiskunde en natuurkunde. De aspecten van wetenschap die meisjes interesseren, verschillen ook sterk van deze van jongens.

Andere motivatiefactoren die meespelen in het keuzeproces zijn het geloof in eigen kunnen, de identificatie met het beroep, extrinsieke motivatie (werkzekerheid, status,...) en de negatieve implicaties van de keuze van een studierichting. Naarmate deze factoren sterker aanwezig zijn, is de kans ook groter dat een jongere kiest voor een STEM-richting en finaal een STEM-beroep. Deze factoren kunnen beïnvloed worden door het onderwijs en door de ouders. Ook bij deze factoren zijn er verschillen tussen jongens en meisjes: meisjes hebben minder zelfvertrouwen als het op STEM aankomt, ze kunnen zich minder identificeren met technici, wetenschappers en ingenieurs, ze hechten minder belang aan extrinsieke factoren en ze zien vaak meer nadelen verbonden aan STEM-studies dan aan andere studies.

Naast de motivatie van de jongere zelf bepalen nog andere factoren de instroompatronen. De belangrijkste zijn de beperkingen op het aanbod. Het rapport wijst ook op de invloed van ouders, vaak indirect, op de studiekeuze van hun kinderen.

Er zijn vele duizenden STEM-initiatieven in Europa. De verscheidenheid is groot: beleidsplannen en ondersteunende structuren, curriculumhervormingen op gebied van STEM, pedagogische vernieuwing in het STEM-onderwijs, opleiding en bijscholing van leerkrachten, samenwerking van scholen met andere organisaties, acties gericht naar bepaalde doelgroepen,... De doelstelling-


en van deze initiatieven zijn vaak vrij verschillend en niet louter gericht (en soms zelfs niet) op de verhoging van de STEM-uitstroom. Andere doelstellingen zijn o.a. het verbeteren van de kwaliteit van het onderwijs, het informeren van de bevolking over het belang van wetenschap en techniek of nog het bereiken van een beter genderevenwicht in STEM-studies en –beroepen. In het rapport worden vervolgens enkele STEM-initiatieven kort belicht, afkomstig uit elf verschillende Europese landen. Criteria voor de selectie van deze initiatieven waren duurzaamheid en continuïteit op lange termijn, groot-schaligheid, wetenschappelijke onderbouw en evaluatie, en transfereerbaarheid naar de Vlaamse context.

### **Aanbevelingen**

De geobserveerde problematiek is dermate complex en wijdvast dat de onderzoekers ook een hele reeks voorstellen formuleren om de tekorten aan STEM-gediplomeerden aan te pakken. In totaal worden er 34 voorstellen geformuleerd, opgedeeld in vier gebieden.

#### STRUCTURELE ONDERWIJSHERVORMINGEN OM HET STEM-POTENTIEEL TE VERHOGEN

- (1) Aanpassen van de leerplannen en eindtermen op gebied van wetenschappen.
- (2) Techniek sterker aan bod laten komen in het basisonderwijs.
- (3) Scholen incentives geven om het aantal meisjes in technische richtingen te verhogen.
- (4) De principes van TOS21 effectief opnemen in de eindtermen voor de basisvorming in de 2de en 3de graad.

- 
- (5) Rechtstreekse overstapmogelijkheden creëren vanuit 2de graad ASO (wetenschappelijke STEM) naar technische STEM in de 3de graad TSO.
  - (6) Een '7de jaar' of propedeuse creëren als brugklas tussen secundair onderwijs en STEM-richtingen in het hoger onderwijs.
  - (7) Vrijstellingen verlenen in het hoger onderwijs (indien STEM-richtingen werden gevolgd).
  - (8) Meer multidisciplinaire bachelors- en mastersopleidingen aanbieden.
  - (9) Onderwijsminors integreren in de STEM-bacheloropleidingen.
  - (10) Meer aandacht besteden aan inquiry based learning en contextueel STEM-onderwijs in de initiële lerarenopleiding.

#### PEDAGOGISCHE VERNIEUWINGEN IN HET STEM-ONDERWIJS OM DE INTERESSE TE VERHOGEN

- (11) De pedagogie vernieuwen op gebied van STEM in het lager en secundair onderwijs.
- (12) Inquiry based learning reeds invoeren vanaf de kleuterschool.
- (13) Duidelijker differentiëren i.f.v. de doelstellingen van wetenschapsonderwijs.
- (14) Specifieke benaderingen ontwikkelen voor meisjes.
- (15) Bijscholen van leerkrachten.
- (16) Specifieke STEM-leerkrachten of experts inschakelen in het lager onderwijs.
- (17) Leergemeenschappen creëren op gebied van STEM.
- (18) Modules en leermaterialen ontwikkelen.
- (19) Scholen op structurele en permanente basis laten samenwerken met bedrijven, hogescholen, universiteiten en onderzoekscentra.

(20) STEM-beroepsbeoefenaars betrekken bij het STEM-onderwijs.

#### EEN ATTRACTIEVER BEELD VAN STEM-BEROEPEN ZODAT JONGEREN ER ZICH MEER MEE KUNNEN IDENTIFICEREN

- (21) Een correcter beeld creëren over de beroepen van STEM-gediplomeerden.
- (22) De media een minder stereotiep beeld van STEM-beroepen laten weer-geven.
- (23) Meer gebruik maken van rolmodellen van STEM-studenten en -beroeps-beoefenaars.
- (24) STEM-studenten hoger onderwijs in contact brengen met een waaier aan beroepsbeoefenaars.
- (25) Jongens én meisjes met een migrantenachtergrond warm maken voor STEM.
- (26) Het onderscheid tussen het statuut van arbeiders en bedienden wegwerken.
- (27) Sommige STEM-jobs attractiever maken.
- (28) Ouders sensibiliseren voor STEM.

#### MAATREGELEN OM DE IN- EN UITSTROOMKANALEN TE BEÏNVLOEDEN

- (29) Meer buitenlandse studenten aantrekken en ze vervolgens in het land houden.
- (30) Immigratie van STEM-gediplomeerden bevorderen.
- (31) Inactieve STEM-gediplomeerden weer naar de arbeidsmarkt halen.
- (32) Expertfuncties beter valoriseren in het bedrijfsleven.
- (33) Oudere STEM-beroepsbeoefenaars langer aan het 'werk' houden.
- (34) Mensen herscholen naar STEM-functies.

Om dit te realiseren is er nood aan een duurzame dragende structuur, waarvan de sleutelementen zijn: een geïntegreerde systeembenadering, een strategisch





langetermijnplan; samenhangende acties van kleuter- tot hoger onderwijs; arbeidsmarktgerelateerde maatregelen; sensibiliseringsactiviteiten; een slagkrachtig coördinatieorgaan; bindende engagementen tussen de stakeholders; en voldoende budget om een kritische massa te kunnen bereiken.

Het rapport bevat ook een aantal suggesties naar verder onderzoek om het STEM-beleid verder te ondersteunen.

# HOOFDSTUK 1

## SITUERING VAN HET ONDERZOEK

### 1.1 BELEIDSCONTEXT

#### 1.1.1 Uitgangspunt van het onderzoek

Dit rapport bevat de resultaten van onderzoek naar de instroom van jongeren in technische en wetenschappelijke studierichtingen en beroepen. Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de VRWI van midden december 2011 tot einde augustus 2012.

Het uitgangspunt van dit onderzoek is de vaststelling dat er in Vlaanderen jaarlijks onvoldoende jongeren afstuderen met diploma's op gebied van exacte wetenschappen, toegepaste wetenschappen, ICT en techniek. Dit geldt zowel voor het secundair als voor het hoger onderwijs. Dit tekort aan zogenaamde 'STEM'<sup>2</sup>-gediplomeerden zorgt ervoor dat onze bedrijven, onderzoeksinstituten, onderwijsinstellingen en overheidsdiensten onvoldoende gekwalificeerde mensen kunnen inzetten. Veel functies geraken niet of moeilijk ingevuld, wat de groei van de Vlaamse kenniseconomie en –maatschappij belemmert. De komende jaren zal deze problematiek zich nog scherper stellen door het toenemend aantal technici, ingenieurs en wetenschappers dat met pensioen gaat en zal moeten vervangen worden.

Een specifiek aandachtspunt is dat een toename van het aantal STEM-gediplomeerden in Vlaanderen nodig is om één van de belangrijke doelstellingen van het

<sup>2</sup> STEM staat voor Science Technology Engineering Mathematics, en is een internationaal gebruikte term. Andere termen die in internationaal verband gebruikt worden, zijn 'MST' (Math Science Technology – o.a. in documenten Europese Commissie), 'MINT' (Mathematik Informatik Naturwissenschaften Technik – Duits taalgebied) en 'Bèta-Techniek' (Nederland). We zullen in dit rapport systematisch de afkorting STEM gebruiken.

Pact 2020 te realiseren, met name om 3% van het BBP te besteden aan onderzoek en ontwikkeling. Dit verklaart ook de interesse van de VRWI voor deze problematiek. Een voldoende aantal STEM-gediplomeerden zal immers nodig zijn om de extra middelen voor het behalen van de 3%-norm te kunnen absorberen.

### 1.1.2 De VRWI en de STEM-problematiek

De VRWI<sup>3</sup> heeft in het verleden meermaals de aandacht gevestigd op het belang van een voldoende grote wetenschappelijke en technisch geschoolde basiskennis voor de ontwikkeling van een Vlaamse kenniseconomie en -maatschappij. Reeds in 1997 onderstreepte de toenmalige VRWB in zijn advies nr. 50 de nood aan voldoende wetenschappers en ingenieurs (VRWB 1997).

De voorbije jaren werden door de VRWI een aantal adviezen geformuleerd over de media als kritische randvoorwaarde voor het verhogen van het aantal (exact) wetenschappelijk en technisch gediplomeerden. In 2007 publiceerde de toenmalige VRWB aanbeveling 31 *'Communicatie rond wetenschap, technologie en innovatie via de media'* (VRWB 2007). In dit advies pleitte de VRWB voor meer aandacht voor wetenschapscommunicatie in de media. Aanbeveling 33 *'Portaalsite voor Communicatie over Wetenschap, Technologie en Innovatie'* (VRWB 2008a) vloeide direct voort uit het voorgaande advies. In deze aanbeveling pleitte de VRWB ervoor om een portaalsite te creëren rond wetenschapscommunicatie o.a. gericht op jongeren, leerkrachten en het grote publiek. Begin 2011 bracht de VRWI advies 146 uit, *'Meer aandacht voor wetenschap en innovatie bij de publieke omroep'* (VRWI 2011a), in het kader van de onderhandelingen rond de nieuwe beheersovereenkomst van de VRT (2012-2016).

<sup>3</sup> Of de VRWB (Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid, de voorganger van de VRWI).

In 2008 publiceerde de VRWB samen met de Vlor<sup>4</sup> zijn onderwijsadvies (VRWB 2008c) om het belang van het onderwijs te benadrukken voor een goed draaiend wetenschaps- en innovatiebestel. Dit advies legde sterk de nadruk op het belang van een hogere uitstroom van gediplomeerden in wetenschappen, technologie en techniek. De VRWB stelde vast dat er in het verleden talrijke studies waren ondernomen om de oorzaken van het tekort in STEM-studierichtingen te achterhalen en remediërende acties op touw te zetten.


In advies 134 bij de beleidsnota W&I 2009-2014 (VRWB 2009a) en advies 151 bij de hervorming van het secundair onderwijs (VRWI 2011b) onderstreepte de VRWI uitdrukkelijk het belang van een integrale aanpak om zo een volumebeleid met een maximale impact te kunnen realiseren met betrekking tot de uitstroom van studenten uit wetenschappelijke en technische richtingen. Hierbij werd o.a. verwezen naar de aanpak van het Nederlandse Platform Bèta Techniek én op het noodzakelijke engagement vanuit het bedrijfsleven.

### **1.1.3 Beweging in het Vlaams Parlement**

Vanuit de vaststelling van het structureel tekort aan exacte wetenschappers en technici op de arbeidsmarkt, stemde het Vlaams Parlement op 15 december 2010 een motie waarbij de VRWI en Vlor om advies werden gevraagd over een nieuw beleid voor de promotie van exacte wetenschappen en techniek (W&T).

De adviezen van beide adviesraden aan het Vlaams Parlement waren eensluidend. In essentie stelden zij dat het in Vlaanderen niet vijf vóór, maar vijf over twaalf was voor het verhogen van de in-, door- en uitstroom van jongeren in wetenschappelijke en technische richtingen. Meer specifiek stelde de VRWI in zijn advies nr. 155

<sup>4</sup> Vlor = Vlaamse Onderwijsraad, de strategische adviesraad inzake onderwijs.



aan het Vlaams Parlement vast dat in de Vlaamse kenniseconomie en -maatschappij een structureel tekort blijft bestaan aan exacte en toegepaste wetenschappers (chemici, fysici, informatici, wiskundigen, ingenieurs,...) en technici (VRWI 2011c). Bovendien merkte de VRWI op dat de behoefte aan (bijkomende) exacte en toegepaste wetenschappers en technici in de toekomst enkel zal vergroten. Het behalen van de 3%-norm voor Onderzoek & Ontwikkeling vergt immers niet enkel de nodige financiële armslag maar ook voldoende absorptiecapaciteit.

Er dienden dus volgens de VRWI voldoende onderzoekers/kenniswerkers uit deze knelpuntrichtingen opgeleid te worden om de extra plaatsen in te vullen. De VRWI wees erop dat Vlaanderen onder het Europese gemiddelde scoort en veraf staat van de koplopers inzake STEM-gediplomeerden. Dit impliceert dat er nog veel ruimte is voor groei in de studierichtingen wetenschappen en techniek.

Zowel de VRWI als de Vlor vonden dat een vernieuwd en integraal beleid dringend en noodzakelijk was. De adviesraden stelden dat de huidige inspanningen op het terrein onvoldoende rendeerden, dat het te vaak bleef bij tijdelijke projecten en dat er te weinig samenhang was. Met andere woorden, het stimuleringsbeleid voor wetenschap en techniek miste slagkracht. Voor de motor achter de uitvoering van dit vernieuwd beleid was er volgens de VRWI en de Vlor nood aan een onafhankelijk platform. Alle belanghebbenden, met name onderwijs- en kennisinstellingen, bedrijven, overheid en andere partners moesten hierbij worden betrokken. Dit beleid moest kunnen rekenen op een langetermijnaanpak en -financiering.

Gelet op de adviezen van de VRWI en de Vlor keurde het Vlaams Parlement op 7 juli 2011 een resolutie goed betreffende de verhoging van de uitstroom van het

aantal afstuderenden in exact wetenschappelijke en technische richtingen. Met deze resolutie vroeg het Vlaams Parlement aan de Vlaamse Regering om hiervoor zo spoedig mogelijk een integraal actieplan op te zetten.

#### **1.1.4 De grote lijnen van het Vlaams actieplan STEM**

In januari 2012 reageerde de Vlaamse Regering op de resolutie van het Vlaams Parlement met de goedkeuring van het Vlaamse strategische actieplan STEM, voluit 'Actieplan voor het stimuleren van loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek 2012 – 2020'. Het actieplan wordt ondersteund vanuit verschillende Vlaamse beleidsdomeinen: Onderwijs en Vorming; Economie, Wetenschap en Innovatie; en Werk en Sociale Economie.

De langetermijndoelstelling van het plan is om *“het menselijk kapitaal in het STEM-domein te verhogen om zo beter tegemoet te komen aan behoeften van de kenniseconomie en de arbeidsmarkt.”* Om dit te realiseren zal er een *“totaalaanbod aan maatregelen [komen] van basisschool tot loopbanen op de arbeidsmarkt.”*

De middellangetermijndoelstellingen hebben als perspectief 2014 en zijn de volgende:

- (1) *Het percentage in- en uitstromers in STEM -knelpuntrichtingen is in 2014 gestegen t.o.v. het percentage in 2011, zowel in het hoger onderwijs als in het secundair onderwijs;*
- (2) *In 2014 zijn minimaal één derde van de leerlingen en studenten die kiezen voor een STEM-richting meisjes, met bijzondere aandacht voor het wegwerken van de extreme genderonevenwichten in bepaalde studiegebieden en -richtingen.*

Het STEM-actieplan spreekt van geïntegreerde actielijnen om deze doelstellingen te bereiken. Dit betekent concreet:

- acties die starten vanaf het basisonderwijs en die doorlopen in het secundair, volwassenen- en hoger onderwijs
- acties ter ondersteuning van huidige en toekomstige leraren
- communicatie- en sensibiliseringsacties voor een breed publiek
- acties rond STEM-loopbaanmogelijkheden.

De acties worden ondergebracht onder acht beleidsthema's:

- (1) Aanbieden van aantrekkelijk STEM-onderwijs
- (2) Versterken van leraren, opleiders en begeleiders
- (3) Verbeteren van het proces van studie- en loopbaankeuze
- (4) Meer meisjes in STEM-richtingen en -beroepen
- (5) Inzetten op excellentie
- (6) Aanpassen van het opleidingsaanbod
- (7) Aanmoedigen van sectoren, bedrijven en kennisinstellingen
- (8) Verhogen van de maatschappelijke waardering van technische beroepen.

Het STEM-actieplan verwijst naar een aantal acties die nu reeds lopen en die onder deze thema's vallen. Het is de bedoeling de thema's als ordeningsmechanisme te gaan gebruiken voor het ondersteunen, evalueren en initiëren van bestaande en nieuwe acties.

Voor de ondersteuning en sturing van het actieplan wordt de creatie van een platform aangekondigd met een brede samenstelling van stakeholders. Het platform moet het actieplan verder uitwerken en concretiseren. Het zal ook de overheid

moeten adviseren over mogelijke bijstellingen aan het actieplan. Een stuurgroep, waarin ook de VRWI vertegenwoordigd is, moet zorgen voor de algemene monitoring ervan. Via deze stuurgroep behoudt de Vlaamse overheid de eindverantwoordelijkheid voor de keuze van acties en maatregelen en de inzet van de middelen.

## 1.2 DE STUDIEOPDRACHT VAN DE VRWI

### 1.2.1 Onderzoeksopdracht en gevolgde aanpak

Om de opstart van het STEM-platform te ondersteunen en het STEM-actieplan verder te onderbouwen schreef de VRWI in het najaar van 2011 een studieopdracht uit. De studie diende vooral bij te dragen tot een verdere wetenschappelijk onderbouwde invulling van het STEM-actieplan. Het hoofddoel van de studieopdracht was tweevoudig: (1) meer inzicht genereren in hoe de STEM-stromen precies verlopen in het Vlaamse onderwijs; en (2) buitenlandse best practices identificeren en verklaringen vinden voor de hogere uitstroom van STEM-ge diplomaerden in sommige landen. Vanuit deze vaststellingen dienden dan aanbevelingen te worden geformuleerd.

Deze onderzoeksopdracht werd na aanbesteding toevertrouwd aan de combinatie van het onderzoeksbureau MAS (Leuven) en het Studie- en Adviesbureau Tilkon (Wetteren). Het onderzoek liep van 15 december 2011 tot 31 augustus 2012. Hoofdonderzoekers waren Dirk De Martelaere (MAS), die zich vooral toelegde op de kwantitatieve analyse van de STEM-stromen in het onderwijs en op de arbeidsmarkt, en Wouter Van den Berghe (Tilkon) die vooral de internationale en kwalitatieve aspecten voor zijn rekening nam, en ook verantwoordelijk was voor de eindredactie van dit rapport.



De onderzoekers hebben voor het vervullen van hun opdracht een heel scala aan onderzoeksmethodes gebruikt zoals:

- analyses van de databanken van leerlingen secundair onderwijs en studenten hoger onderwijs (in samenwerking met het Departement Onderwijs en Vorming)
- analyses van Vlaamse onderwijsstatistieken en van VDAB-gegevens
- analyses van internationale onderwijsstatistieken (voornamelijk Eurostat- en OESO-statistieken) aangevuld met nationale en regionale statistische gegevens
- desktop research van wetenschappelijke publicaties, studies en rapporten over de STEM-problematiek in binnen- en buitenland
- een enquête bij 997 STEM-gediplomeerden over hun arbeidsmarktsituatie
- interviews en contacten met meer dan 70 experten uit 15 Europese landen.

De onderzoeksopdracht werd begeleid door een stuurgroep onder de leiding van prof. Lode Wyns, vice-rector onderzoek van de VUB. De samenstelling van de stuurgroep is gegeven op het einde van dit rapport. Hoewel de stuurgroep feedback gegeven heeft over de aanpak, de resultaten en de aanbevelingen, ligt de eindverantwoordelijkheid bij de onderzoekers en engageert dit rapport niet de leden van de stuurgroep.

### **1.2.2 Structuur en inhoud van dit rapport**

Dit rapport is als volgt gestructureerd:

- We vervolledigen dit inleidend hoofdstuk met de definitie en classificatie van 'STEM-studierichtingen'.
- In Hoofdstuk 2 geven we achtergrondinformatie over vraag en aanbod op gebied van STEM-gediplomeerden. We illustreren de mismatch die er bestaat tussen

vraag en aanbod en plaatsen Vlaamse cijfers in een Europees perspectief. We bespreken ook internationale studentenstromen.

- Hoofdstuk 3 bespreekt de STEM-stromen in het Vlaamse secundair en hoger onderwijs. Hiervoor werden onder andere analyses uitgevoerd op de volledige leerlingen- en studentenbestanden (periode 2008 tot 2010). De resultaten geven aan hoe de overgang tussen secundair en hoger onderwijs precies verloopt. Er wordt gewezen op verschillen tussen onderwijsvormen en tussen jongens en meisjes. Ook de historische evolutie van de STEM-aantallen wordt aangegeven.
- In Hoofdstuk 4 presenteren we onze analyse over de doorstroom van STEM-ge-diplomeerden (secundair en hoger onderwijs) naar de arbeidsmarkt. Dit hoofdstuk is grotendeels gebaseerd op een originele enquête bij een representatief steekproef van 997 Vlaamse STEM-ge-diplomeerden van gemiddeld 33 jaar oud.
- In Hoofdstuk 5 bespreken we de factoren die ertoe bijdragen dat jongeren al dan niet kiezen voor STEM-vakken en STEM-studierichtingen in het onderwijs. Het hoofdstuk is gestoeld op een analyse van onderzoeksresultaten en gesprekken met tientallen experts uit heel Europa. Er is specifieke aandacht voor gender-verschillen.
- Hoofdstuk 6 illustreert hoe men in Europa omgaat met de STEM-problematiek en welke soorten acties worden ondernomen om jongeren meer te doen kiezen voor STEM-studierichtingen en -loopbanen. Ook hiervoor hebben we ons gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie en gesprekken met experts. Een aantal interessante buitenlandse voorbeelden wordt kort beschreven.
- Ten slotte formuleren we in Hoofdstuk 7 onze conclusies en aanbevelingen.

Op het einde van het rapport zijn ook lijsten te vinden van de medewerkers aan de

studie, van de gecontacteerde experts, en van de geconsulteerde documenten en belangrijke referenties.

### 1.3 DEFINITIE EN CLASSIFICATIE VAN STEM-STUDIERICHTINGEN

'STEM-studierichtingen' zijn studierichtingen waarin het accent duidelijk gelegd wordt op wiskunde, exacte wetenschappen<sup>5</sup>, toegepaste wetenschappen, techniek en/of ICT. Deze term wordt internationaal courant gebruikt – naast andere termen zoals MST en MINT<sup>6</sup>. De exacte invulling van STEM verschilt evenwel van land tot land. Een cruciaal onderdeel van de eerste fase van de studie was daarom het bepalen van een sluitende definitie van 'STEM-studierichtingen'. Dit was immers noodzakelijk voor de gedetailleerde analyses die later zouden volgen.

Om voldoende scherpe analyses te kunnen maken, in het bijzonder voor het hoger onderwijs, leek het ons zinvol om studierichtingen te differentiëren in vier categorieën, met name 'STEM', 'Zorg-STEM', 'Lichte STEM' en 'Niet-STEM'. De omschrijving van deze categorieën is als volgt:

- **STEM:** studierichtingen waarin het accent duidelijk gelegd wordt op wiskunde, exacte wetenschappen, techniek of ICT en waarvan het de bedoeling is dat afgestudeerden een wetenschappelijke en/of technisch georiënteerde job kunnen uitoefenen
- **Zorg-STEM:** studierichtingen waarvan de finaliteit in de eerste plaats gericht is op het verzorgen van mens of dier, maar die ook een behoorlijk aantal STEM-vakken inhouden (soms meer in bepaalde jaren dan in andere). De meeste afgestudeerden uit deze richtingen komen in de zorgsector terecht.

<sup>5</sup> Gemakshalve gebruiken we voor wiskunde, exacte en toegepaste wetenschappen samen soms de term 'Wetenschappen' in dit rapport. Ook in internationale publicaties met betrekking tot STEM wordt de term 'Sciences' vaak in deze betekenis gebruikt; Humane wetenschappen en sociale Wetenschappen vallen er niet onder. In plaats van 'Exacte Wetenschappen' wordt ook de term 'Natuurwetenschappen' (Natural Sciences) gebruikt.

<sup>6</sup> Zie voetnoot 2.

- **Lichte STEM:** studierichtingen waarvan in een of meer jaren het curriculum een beperkt aantal STEM-vakken omvat.
- **Niet-STEM:** door uitsluiting zijn dit alle andere studierichtingen.

In Addendum I wordt aangegeven aan welke categorie de studierichtingen in het Vlaamse onderwijs werden toegewezen. Voor het secundair onderwijs betreft het enkel studierichtingen in de derde graad (ook de 3de jaren van de 3de graad); voor het hoger onderwijs gaat het enkel om de bacheloropleidingen waarin studenten kunnen instromen na het secundair onderwijs (dus geen banaba's, masters en mama's).

In Tabel 1 geven we enkele voorbeelden van hoe de bestaande studierichtingen werden geclassificeerd.

**Tabel 1. Voorbeelden van studierichtingen in de verschillende STEM-categorieën**

	STEM	Zorg-STEM	Lichte STEM	Niet-STEM
Secundair ASO <sup>7</sup>	Latijn-Wetenschappen	/	/	Econ.-Mod.Talen
Secundair TSO	Houttechnieken	Optiek-technieken	Creatie-en patroon-ontwerpen	Hotel
Secundair KSO	Architecturale vorming	/	Industriële kunst	Ballet
Secundair BSO	Auto	/	Decor- en standenbouw	Kantoor
Prof. Bachelor	Toegepaste Informatica	Verpleegkunde	/	Sociaal werk
Acad. Bachelor	Chemie	Tandheekkunde	Archeologie	Geschiedenis

Bron: Eigen classificatie (Addendum I)

<sup>7</sup> ASO = Algemeen Secundair Onderwijs; TSO = Technisch Secundair Onderwijs; KSO = Kunstsecundair onderwijs; BSO = Beroepssecundair Onderwijs

Nog enkele belangrijke bemerkingen over deze classificatie:

- De ontwikkelde indeling wijkt licht af van de STEM-indelingen die tot nu toe in Vlaanderen werden gebruikt (bv. bij de statistieken die zijn opgenomen in het Vlaams STEM-actieplan). Het Ministerie van Onderwijs en Vorming heeft ondertussen beslist om voortaan de nieuwe indeling te gebruiken die voor deze studie werd ontwikkeld. Ook in de IST-studie, (*Lauwers et al. 2012*) die parallel met ons onderzoek verliep, werd deze classificatie overgenomen.
- De gegevens over het hoger onderwijs bevatten een lichte onderschatting van het aantal STEM-studenten. Omdat de onderwijsdatabanken geen informatie bevatten over de hoofdvakken van de studenten in de bacheloropleidingen leraar secundair onderwijs, dienden we al deze opleidingen als 'Niet-STEM' te classificeren. We konden er dus geen rekening mee houden dat een deel van de betrokken studenten één of twee STEM-vakken als hoofdvakken had. Het gaat om enkele percenten van de studentenbevolking. Bij onze analyse van de instroom in de arbeidsmarkt hebben we wel het onderscheid tussen STEM- en niet-STEM-leerkrachten kunnen maken.
- Analoge gedetailleerde classificaties bestaan ook in het buitenland (o.a. Nederland, Zwitserland, Duitsland,...) en worden er gebruikt voor nationale analyses. Voor internationale onderwijsstatistieken worden vaak iets afwijkende indelingen gehanteerd.
- Tenzij uitdrukkelijk anders aangegeven, omvatten de buitenlandse onderwijsstatistieken die in dit rapport voorkomen onder 'STEM' geen studenten uit zorg-STEM-studierichtingen en meestal ook geen studenten uit 'lichte STEM'-studierichtingen.

# HOOFDSTUK 2

## DE MISMATCH TUSSEN VRAAG EN AANBOD VAN STEM-PROFIELEN

*De uitgangshypothese bij deze studie is dat er aanzienlijke tekorten zijn op de Vlaamse arbeidsmarkt op gebied van STEM-gediplomeerden, m.a.w. dat er een groot verschil is tussen vraag en aanbod. In dit hoofdstuk bestuderen we daarom zowel de vraag als het aanbod in Vlaanderen, met specifieke aandacht voor knelpuntberoepen en –functies. We situeren de Vlaamse situatie binnen de Europese context.*

*We wijzen er daarbij op dat de relatie tussen kwalificaties en jobs niet altijd eenduidig is, m.a.w. dat een bepaalde onderwijskwalificatie toegang kan geven tot meerdere soorten jobs, en dat voor een bepaalde job kandidaten met verschillende soorten kwalificaties in aanmerking kunnen komen. Toch zijn er heel wat jobs die een sterke 'STEM'-voorkennis vereisen en waarvoor een STEM-diploma de facto en vaak expliciet een vereiste is.*

## 2.1 STEM-TEKORTEN OP DE ARBEIDSMARKT

### 2.1.1 STEM-jobs en knelpuntberoepen

'STEM-jobs' zijn jobs waarvoor een STEM-diploma (secundair of hoger) noodzakelijk of zeer wenselijk is. We kunnen deze jobs grosso modo in vijf groepen indelen:

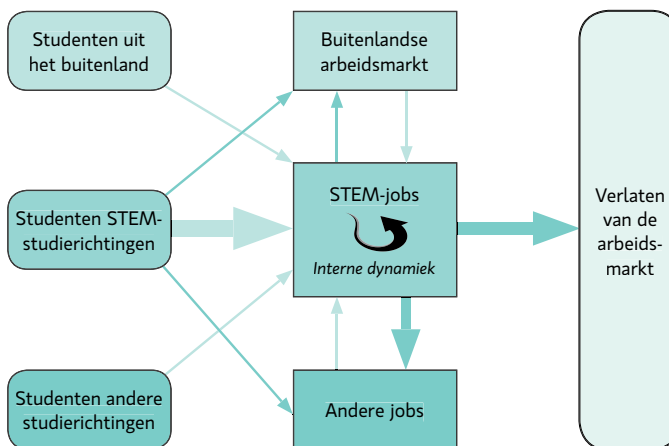
- Technische jobs – dit zijn jobs voor ingenieurs, bachelors uit technische studierichtingen en technici afkomstig uit het TSO en BSO.
- ICT-jobs – dit is eigenlijk een subcategorie van de eerste groep, maar met een wat andere instroom.
- Wetenschappelijke of onderzoeksjobs in STEM-gebieden – waarvoor meestal STEM-diploma's op masterniveau noodzakelijk zijn.
- Jobs in het onderwijs waarbij STEM-vakken moeten worden gegeven. Hiervoor zijn masters- of bachelorsdiploma's nodig (en aan de universiteiten ook nog PhD's).
- Jobs die sterke analytische vaardigheden vragen – de meeste STEM-diploma's komen hier in aanmerking.

In Vlaanderen worden tekorten geobserveerd voor al deze soorten jobs, zij het niet in dezelfde mate voor de verschillende STEM-diploma's. Hoewel we dus in algemene zin kunnen stellen dat STEM-jobs in Vlaanderen 'knelpuntberoepen' zijn, en veel STEM-diploma's dus ook 'knelpunt-diploma's' zijn, geldt dit niet voor alle STEM-diploma's. In binnen- en buitenland zijn er bijvoorbeeld nauwelijks tekorten aan biologen.

### 2.1.2 Verschillende factoren veroorzaken de tekorten aan STEM-geplomeerden

De arbeidsmarkt is een dynamisch en complex gegeven. Voor een groep van gerelateerde functies, zoals de meeste STEM-jobs, is het mogelijk om de belangrijkste factoren aan te geven die er voor zorgen dat er al dan niet een tekort ontstaat. Deze zijn weergegeven in het volgend schema (Figuur 1).

**Figuur 1. Belangrijkste factoren die kunnen zorgen voor tekorten in STEM-jobs**



De belangrijkste factoren zijn dus:

- De interne dynamiek van de sector of de functies. In een sector in verval neemt het aantal arbeidsplaatsen af. Hetzelfde geldt voor functies die meer en meer overbodig worden. Omgekeerd neemt bij een sector in expansie – bijvoorbeeld ICT en wetenschappelijk onderzoek – het aantal arbeidsplaatsen toe. Noteer dat de dynamiek van een sector niet enkel afhangt van marktontwikkelingen maar



ook kan beïnvloed worden door de overheid (door subsidies of regelgeving).

- De instroom vanuit het onderwijs. Naarmate deze groter is zal het gemakkelijker worden om vacatures in te vullen. Wordt de instroom te groot dan krijgen we fenomenen als overscholing en verdrukking van lager geschoolden. Beïnvloeden van de instroom is een werk van lange adem waarbij alle stakeholders moeten samenwerken. Er is trouwens een dubbele uitdaging: enerzijds zorgen dat er voldoende STEM-gediplomeerden zijn, en anderzijds ertoe bijdragen dat deze STEM-gediplomeerden ook kiezen voor STEM-jobs. Zoals we in Hoofdstuk 4 zullen zien, treedt er al onmiddellijk na het afstuderen een verlies op.
- De instroom vanuit het buitenland. Als er te weinig binnenlandse gediplomeerden beschikbaar of geïnteresseerd zijn voor bepaalde functies, dan kan dit gecompenseerd worden door instroom uit het buitenland. Dit fenomeen doet zich zowel voor bij jobs voor laaggeschoolden als bij jobs voor hooggeschoolden. Buitenlandse instroom kan door de overheid gestimuleerd of afgeremd worden.
- De doorstroom van en naar andere functies. Werknemers kunnen evolueren van STEM-jobs naar niet-STEM jobs – en omgekeerd. Momenteel helt de balans vooral door naar werknemers die STEM-jobs verlaten voor niet-STEM jobs, zij het na enige tijd.
- Uitstroom uit de arbeidsmarkt. Een belangrijke groep werknemers stroomt weg uit de arbeidsmarkt omwille van pensionering en creëert zo een vervangingsbehoefte. Andere uitstapscenari'o's hebben te maken met verhuis naar het buitenland of zorg voor het gezin (vooral bij vrouwen).

Samengevat: hoe meer van de volgende fenomenen voorkomen, hoe meer een STEM-discipline te kampen heeft met tekorten:

- (te) weinig studenten kiezen voor de STEM-studierichting in secundair of hoger onderwijs

- een (belangrijk) deel van de STEM-geïnteresseerden kiest voor een niet-STEM-job
- werknemers in STEM-jobs verkiezen om geen STEM-job meer uit te oefenen
- niet-STEM-werknemers zijn niet geïnteresseerd om STEM-jobs te gaan uitoefenen (of ontberen de nodige STEM-competenties)
- buitenlanders zijn niet geïnteresseerd in de STEM-jobs (of hebben niet de mogelijkheid ertoe)
- STEM-werknemers verlaten de Vlaamse arbeidsmarkt (omwille van pensionering, verhuis naar het buitenland of zorg voor het gezin).

### **2.1.3 De indicatoren staan op rood**

Beroepen waarvoor de tekorten aanzienlijk zijn en een langdurende en structureel karakter vertonen, worden 'knelpuntberoepen' genoemd. Evenzo kan men spreken van 'knelpuntdiploma's' als de vraag naar deze diploma's gedurende lange tijd veel groter is dan het aanbod.

Verskillende indicatoren kunnen gebruikt worden om een beroep (of diploma) als knelpunt te omschrijven (zie o.a. *VDAB 2010; B,S,S 2010; Anger et al. 2012*):

- (1) een hoge verhouding tussen het aantal vacatures en het aantal werkzoekenden
- (2) een groot aantal vacatures
- (3) vacatures die (zeer) lang blijven openstaan of nooit ingevuld geraken
- (4) werkloosheidsperiodes die (veel) korter zijn dan het gemiddelde
- (5) een snellere loonstijging t.o.v. afgestudeerden met een zelfde opleidingsniveau
- (6) een relatief hoog aantal buitenlanders dat vacante jobs invult
- (7) een (zeer) beperkt aandeel van overgekwalficeerden
- (8) de relatief hoge gemiddelde uittredeleeftijd uit de arbeidsmarkt.

Cijfers van de VDAB<sup>8</sup> en uit de economische sectoren illustreren dat voor veel STEM-geëdipteerden een of meer van deze criteria van toepassing zijn. Zo is de verhouding tussen de vraag naar ingenieurs en het aanbod momenteel 4 op 1 (VDAB 2012b). Als de vraag naar ICT-ers toeneemt, vertaalt zich dat in loonstijgingen die hoger zijn dan deze van werknemers met een vergelijkbaar opleidingsniveau. En het aantal buitenlanders actief in de bouwsector zegt veel over het knelpuntkarakter van de meeste bouwberoepen. Uit een enquête bij werkgevers in de technologische sectoren (*Agoria Vlaanderen 2006*) bleek dat 74% dacht buitenlandse technici (lassers, onderhoudstechnici,...) te zullen moeten aanwerven, 42% buitenlandse ingenieurs en 34% buitenlandse ICT-ers – een treffende illustratie van de tekorten voor deze geëdipteerden.

De rapporten van de VDAB (zie o.a. *VDAB 2011*) melden keer op keer belangrijke tekorten aan technisch geschoolden op de Vlaamse arbeidsmarkt, en dit op alle kwalificatieniveaus en in zowat alle sectoren. De VDAB ontwikkelde recent in samenwerking met het Steunpunt Werk en Sociale Economie een definitie om het reële knelpuntkarakter van de Vlaamse arbeidsmarkt te monitoren (*VDAB 2012a*). Daarbij wordt de term 'knelpuntvacatures' ingevoerd: dat zijn vacatures voor knelpuntberoepen waarvan de looptijd langer is dan 90 dagen of die geannuleerd werden omdat er geen geschikte kandidaat was. In feite is dat een combinatie van de 2de en de 3de vermelde indicator. Tabel 2 bevat een lijst van alle technische beroepen met meer dan 200 vacatures in 2010 en waarvan minstens 30% van de vacatures<sup>9</sup> knelpuntvacatures waren.

<sup>8</sup> VDAB = Vlaamse Dienst voor Arbeidsbemiddeling en Beroepsopleiding.

<sup>9</sup> Het gaat over een groot deel, maar niet over alle vacatures in Vlaanderen (zie VDAB 2011). Zo zijn vacatures voor uitzendkrachten niet opgenomen. Ook de vraag vanuit onderwijs en onderzoek is slechts ten dele opgenomen.

**Tabel 2. STEM-beroepen met meer dan 30% knelpuntvacatures (2010)**

Beroep/cluster	Aantal vacatures	% knelpuntvacatures
Technicus	7.509	<b>51,0%</b>
Informaticus	7.407	<b>38,7%</b>
Ingenieur	6.632	<b>53,3%</b>
Onderhoudsmecaniciën machines/industriële installaties	2.610	<b>47,9%</b>
Schrijnwerker en meubelmaker	2.557	<b>36,0%</b>
Elektriciën	2.544	<b>47,9%</b>
Technisch tekenaar	1.906	<b>56,8%</b>
Metselaar	1.563	<b>38,1%</b>
Installateur sanitair en centrale verwarming	1.495	<b>50,0%</b>
Technisch-administratief bediende	1.296	<b>34,6%</b>
Mecaniciën van (motor)voertuigen	1.190	<b>43,8%</b>
Lasser	997	<b>36,4%</b>
Productieverantwoordelijke	932	<b>49,1%</b>
Instellerbediener van werktuigmachines	926	<b>47,9%</b>
Dakdekker	788	<b>37,2%</b>
Riggermonteerder	591	<b>32,7%</b>
Technicus-installateur van data- en telecommunicatie	590	<b>50,4%</b>
Wegenwerker	550	<b>43,9%</b>
Bekisterijzervlechter	342	<b>33,3%</b>
Plaatwerker voor carrosserie	320	<b>42,2%</b>
Kraanman	317	<b>56,9%</b>
Vloerder	271	<b>34,7%</b>
Bouwplaats- en wegenbouwmachinist	265	<b>46,4%</b>
Procesoperator chemie	259	<b>67,7%</b>
Industrieel schilder	238	<b>41,4%</b>
Arbeider metaalconstructie	207	<b>52,4%</b>
Buizenfitter	206	<b>64,0%</b>

Bron: verwerking van VDAB-gegevens (VDAB 2012a)

Tabel 2 illustreert dat technicus, informaticus en ingenieur tot de belangrijkste knelpuntberoepen in Vlaanderen behoren. Ook voor verschillende gespecialiseerde bouwberoepen (metselaars, schrijnwerkers, loodgieters, dakdekkers,...) blijft het moeilijk om goede kandidaten te vinden<sup>10</sup>. In een nog recentere analyse (VDAB 2012c) worden de vermelde knelpunten bevestigd, ondanks de minder gunstige economische situatie.

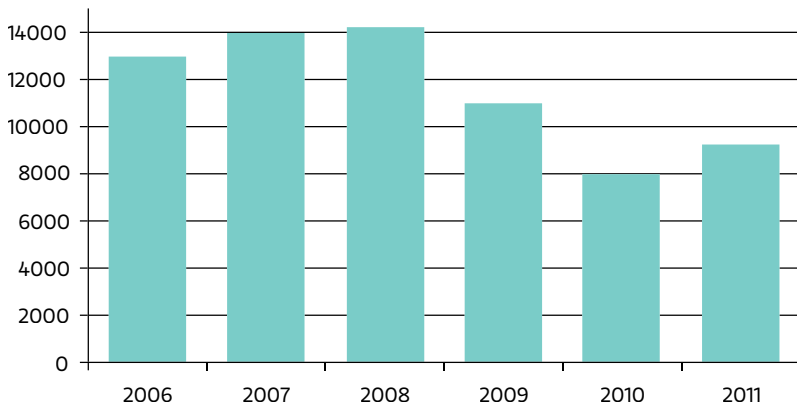
Om het cijfer van de meer dan 6.000 vacatures voor ingenieurs in 2010 in perspectief te plaatsen: jaarlijks studeren slechts ongeveer 2.000 ingenieurs af aan de Vlaamse universiteiten en hogescholen. In 2011 was het aantal vacatures geregistreerd door de VDAB zelfs al opgelopen tot meer dan 9.700. Deze cijfers zijn slechts iets minder hoog dan die van het precrisisjaar 2007, toen de VDAB zowat 10.600 vacatures voor ingenieurs ontving, een absoluut record. Ondanks de minder gunstige economische conjunctuur neemt het structureel tekort aan ingenieurs nog steeds toe.

Andere bronnen bevestigen het beeld van hardnekkige STEM-tekorten, vooral voor technische profielen op alle niveaus. Monitoring van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt door Agoria, de federatie van de technologische industrie, bevestigt dat in de industrie de tekorten altijd aanwezig zijn geweest, ook tijdens crisisperiodes. Reeds in 2006 bleek dat maar liefst 42% van de ondernemingen in de technologiesectoren een aanzienlijk tekort aan ingenieurs verwachtte (*Agoria Vlaanderen 2006*), en zoals we hoger al aangaven blijven de structurele tekorten toenemen. Ruim één op vijf werknemers in de Agoriasectoren zal de komende jaren met pensioen gaan. Voor 'contracting & maintenance' zijn er minstens 6.000 bijkomende medewerkers nodig.

<sup>10</sup> Er zijn uiteraard ook nog andere beroepen waarvoor de vraag veel groter is dan het aanbod, zoals verpleegkundigen, schoonmakers, horecapersoneel, gespecialiseerde bedienden, ... maar we beperken ons tot de STEM-beroepen.

Ondanks de minder gunstige economische situatie is volgens Agoria tussen 2006 en 2012 het aantal ICT-jobs in België blijven stijgen van 136.000 tot 157.000 personen. De groei had nog sterker kunnen zijn indien men de vele duizenden openstaande vacatures had kunnen invullen. Het aantal niet-ingevulde ICT-vacatures is weergegeven in Figuur 2.


**Figuur 2. Evolutie van het aantal niet-ingevulde ICT-vacatures in België**



Bron: Agoria

Hoewel er een vermindering was van het tekort aan informatici tijdens de crisisjaren 2009 en 2010 bedroeg het steeds minstens 8.000 personen.

Ook de chemische, kunststoffen- en life sciences industrie zal de volgende vijf jaar met een massale vervangingsvraag geconfronteerd worden (*Sels 2008*). In 2017 zal het aantal vijftigplussers 26% van de sectorale werkgelegenheid bedragen,



t.o.v. 19% in 2007. Om de verwachte uitstroom op te vangen zal de werkgelegenheid in de klasse 18-29 jaar moeten opgetrokken worden tot meer dan 16.000 in 2017, tegenover 10.900 in 2007. Dat is een stijging met meer dan 40%. De sector heeft de komende jaren nood aan meer dan 10.000 nieuwe werknemers, veelal technisch geschoold, met de focus op jongeren.

Daarnaast worden sommige onderzoeks- en onderwijsjobs steeds meer een knelpuntberoep. Zeker voor STEM-vakken wordt het steeds moeilijker om gespecialiseerde leerkrachten te vinden. Zo wordt nu reeds in de derde graad van het Vlaamse secundair onderwijs het vak wiskunde in de helft van de tijdelijke opdrachten onderwezen door leerkrachten die niet over het vereiste bekwaamheidsbewijs beschikken (*De Clerck 2010*). De veroudering van het lerarenkorps wiskunde en de beperkte uitstroom van wiskundegediplomeerden aan de universiteiten zullen deze situatie enkel maar verergeren. Deels zou dit wel gecompenseerd kunnen worden door andere STEM-gediplomeerden die voldoende wiskunde hebben gekregen in het hoger onderwijs – voor zover zij uiteraard in het geven van STEM-onderwijs geïnteresseerd zouden zijn. Wat voor wiskunde geldt, gaat ook in grote mate op voor natuurkunde en soms ook voor scheikunde.

Het is niet eenvoudig om te voorspellen hoe deze tekorten zullen evolueren. Maar het lijkt er sterk op dat de knelpunten zonder specifieke maatregelen nog lang zullen aanhouden en dus een negatief effect zullen hebben op de ontwikkeling van de Vlaamse economie en kennismaatschappij. Het behalen van de 3%-norm voor O&O, onderschreven in het huidige Vlaamse regeerakkoord 2009-2014 en één van de doelstellingen in het ViA-Pact 2020, zal ook een bijkomende instroom in de

onderzoekswereld vergen. Er dienen voldoende wetenschappelijke gediplomeerden uit te stromen om de extra plaatsen in te vullen, zonder daarbij de bestaande tekorten in andere sectoren nog te vergroten.

Hoewel we in dit rapport vooral oog hebben voor de kwantitatieve mismatch tussen vraag en aanbod, is er vaak ook sprake van een (bijkomend) kwalitatief probleem. Dit komt er in essentie op neer dat de competenties van de afgestudeerden onvoldoende overeenkomen met de verwachtingen van de arbeidsmarkt. Bij de hoger opgeleide STEM-gediplomeerden speelt dit bijvoorbeeld vaak bij informatici. De kwalitatieve mismatch wordt daar deels veroorzaakt door de snelle evolutie van de informaticatoepassingen.

Ondanks tal van inspanningen om Vlaamse jongeren warm te maken voor studierichtingen die gericht zijn op knelpuntberoepen, blijken er dus te weinig jongeren te zijn die voor dergelijke studies kiezen. Dat geldt in het bijzonder voor meisjes. Een factor die daar speelt zijn de als onaantrekkelijk gepercipieerde arbeidsomstandigheden, zeker voor technisch gediplomeerden uit het secundair onderwijs.

In schril contrast daarmee dient opgemerkt dat er bij tal van beroepen en diploma's eerder sprake is van een overschot dan een tekort aan gediplomeerden. Indicatoren daarvoor zijn het aantal gediplomeerden dat werkloos is, het relatief lage loon of de mate waarin de gediplomeerden overgeschoold zijn voor hun job. Vlaamse onderzoekers (zie o.a. Verhaest 2011; Omey & Verhaest 2011) kwamen tot de vaststelling dat, afhankelijk van de toegepaste methode, 26% tot 51% van de Vlaamse jongeren overgeschoold zijn voor hun eerste job. Bij meer dan de helft van de schoolverlaters bleek een diplomakloof de oorzaak, d.w.z. dat werkgevers iemand



aanwerven met een hoger niveau dan wat gevraagd werd in de vacature. De onderzoekers stelden vast dat het studiedomein een substantiële invloed heeft op de kans op overscholing. Studiedomeinen die hiervoor systematisch hoog scoren – en waar er dus sprake is van een overschot – zijn politieke en sociale wetenschappen, psychologie en pedagogiek, en kunstrichtingen. Terwijl er dus een tekort is aan veel STEM-gediplomeerden, moeten veel niet-STEM-gediplomeerden jobs uitoefenen onder hun niveau in de eerste job.


#### **2.1.4 STEM-tekorten komen overal in Europa voor**

De tekorten aan STEM-gediplomeerden zijn niet enkel een Vlaams probleem, maar komen zowat overal in Europa voor.

Wegens categorisatieproblemen, verschillen in definities en het ontbreken van nauwkeurige gegevens, is het vaak niet mogelijk om de vermelde indicatoren voor tekorten op de arbeidsmarkt te vergelijken tussen landen. Maar ze blijven wel van toepassing. In Nederland bijvoorbeeld uit het tekort aan technici zich o.m. door de hogere lonen voor STEM-gediplomeerden uit het middelbaar beroepsonderwijs, in vergelijking met hun leeftijdsgenoten die geen STEM-beroepsopleiding volgden (*Volkerink & Berkhout 2010*). Uit deze studie bleek ook dat STEM-gediplomeerden uit het hoger onderwijs minder vaak en minder lang werkloos zijn dan andere hoger gediplomeerden<sup>11</sup>. Analoge vaststellingen werden gedaan in vele andere landen, bv. Zwitserland (*Wirth 2010*), Frankrijk (*Schmuck 2012*) en Duitsland (*BfA 2007, BfA 2009*).

Het tekort aan STEM-gediplomeerden bestaat overigens in de meeste landen al lang. Sinds het einde van de vorige eeuw wordt de problematiek aangekaart in

<sup>11</sup> De term 'hoger gediplomeerden' verwijst naar personen die een diploma in het hoger onderwijs hebben gehaald. Een 'hoger STEM-diploma' is een diploma m.b.t. een STEM-richting in het hoger onderwijs.



talrijke nationale en internationale rapporten (zie o.a. IRDAC 1990; Roberts 2002; Europese Commissie 2004; OECD 2006 & 2008; European Round Table 2009). Hoewel het moeilijk is de tekorten internationaal te vergelijken, is daar door onderzoekers en internationale organisaties zoals de OESO toch onderzoek naar gedaan. De OESO kwam tot de conclusie dat de actuele uitstroomcijfers van universitair gediplomeerden op gebied van Life/ Health Sciences – geneeskunde, biologie, biochemie,... – in de meeste ontwikkelde landen zouden moeten volstaan om de huidige en toekomstige behoeften te dekken (OECD 2008).

Aanbod en vraag naar ICT-gediplomeerden heeft dan weer het voorbije decennium sterk geschommeld (OECD 2010f). De Unesco meldt aanzienlijke tekorten aan ingenieurs in zowat alle landen (Unesco 2010). Uit de internationale vergelijkende analyses van de Manpower groep blijkt dat de tekorten aan ingenieurs en technici een vrij universeel probleem zijn. In heel Europa figureren technici, ingenieurs, technisch geschoolde arbeiders en informatici bij de top 10 van de moeilijk invulbare vacatures (Manpower Group 2011 & 2012). Verder heeft de OESO gewezen op het te lage aantal universiteitsstudenten voor natuurkunde, wiskunde en (in sommige landen) scheikunde (OECD 2006 & 2008).

Uiteraard stelt de problematiek zich niet overal in dezelfde mate en voor dezelfde disciplines. Verder zijn er soms aanzienlijke regionale verschillen. In een aantal sectoren en landen zijn de tekorten momenteel door de financieel-economische crisis ook wat minder groot. In sommige landen (vooral in Zuid-Europa) is er daardoor zelfs een tijdelijk overschot aan STEM-gediplomeerden. Toch zijn de volgende fenomenen merkbaar in de meeste Europese landen:

- De tekorten gelden voor zowat alle technische jobs, m.i.v. ICT-jobs.

- Bij de exacte wetenschappen is er vaak geen tekort aan biologen, maar wel aan fysici en wiskundigen. De behoeften op gebied van chemisch gediplomeerden variëren sterk.
- De meeste landen kampen met tekorten (of verwachte tekorten) voor vakleerkrachten op gebied van natuurkunde en wiskunde.
- De meeste STEM-tekorten op de arbeidsmarkt zouden verdwijnen indien een substantieel hoger percentage meisjes zou kiezen voor STEM-studierichtingen.

Hoewel de financieel-economische crisis de vraag doet rijzen of deze trends zullen aanhouden, gaan de meeste waarnemers ervan uit dat de tekorten zullen blijven aanhouden.

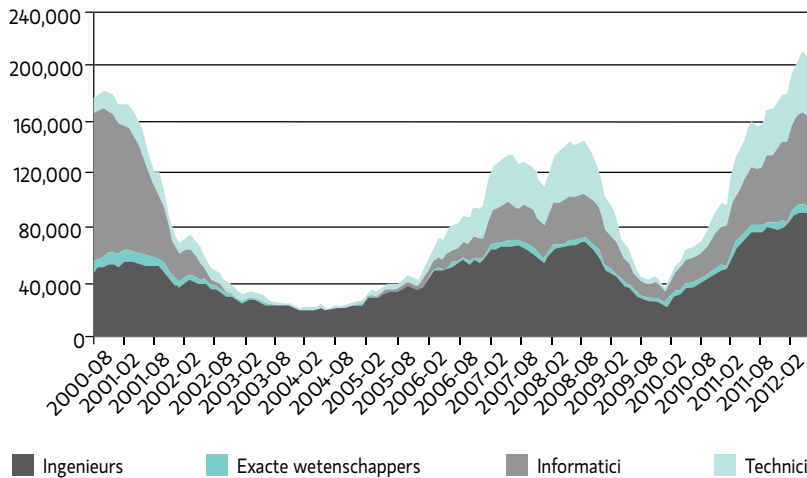
Het is uiteraard niet eenvoudig om de toekomstige vraag naar STEM-gediplomeerden nauwkeurig te voorspellen. Zo kunnen werkgevers meestal wel aangeven welke soorten tekorten ze nu ervaren, maar niet nauwkeurig inschatten hoeveel mensen ze in de toekomst denken te moeten aanwerven. Met sommige variabelen kan men bij projecties natuurlijk wel rekening houden, zoals de verwachte uitstroom uit de arbeidsmarkt omwille van pensionering. Dit soort analyses is reeds gebeurd in veel landen en sectoren. Waar dit het geval was, komen ze bijna allemaal tot de voorspelling dat, zoals in Vlaanderen, de STEM-vervangingsbehoefte de komende 15 jaar zal toenemen voor ingenieurs, technici en STEM-leerkrachten. In Nederland bijvoorbeeld moeten veel bedrijven in de komende 5 tot 10 jaar ongeveer 25% van het personeel vervangen (Groen 2012).

### 2.1.5 Technisch gediplomeerden zijn gegeerd in vele landen


In wat volgt geven we enkele illustraties van de aard en de omvang van de STEM-tekorten in enkele Europese landen.

In **Duitsland** houdt het Institut der deutschen Wirtschaft in Keulen de STEM-tekorten sinds 2000 op maandbasis bij en publiceert die op een voor iedereen toegankelijke website (zie Figuur 3).

**Figuur 3. Evolutie van de tekorten aan STEM-gediplomeerden in Duitsland**



Bron: Institut der deutschen Wirtschaft Köln ([www.mintzukunftschaften.de/mint-luecke-20.html](http://www.mintzukunftschaften.de/mint-luecke-20.html))



In juni 2012 was er in Duitsland een tekort aan 200.000 STEM-gediplomeerden. Zelfs in de periodes waarin het economisch slecht ging (2003-2004 en 2008) waren er nog steeds meer dan 20.000 ingenieurs te weinig. Deze figuur illustreert ook dat de behoefte aan ICT-ers en technici sterk conjunctuurafhankelijk is, en dat er relatief weinig tekorten zijn aan exacte wetenschappers.

Momenteel wordt in Duitsland vooral de alarmklok geluid over het tekort aan ingenieurs. In april 2011 waren er meer dan 90.000 open vacatures voor ingenieurs (Renn 2011). Het gaat vooral om werktuigkundige en elektrotechnische ingenieurs. Het aantal werkloze ingenieurs daalde van 60.000 in 2005 tot minder dan 25.000 midden 2011. De Duitse ingenieursvereniging VDI gaat ervan uit dat er momenteel een jaarlijkse vervangingsbehoefte is van 36.000 nieuwe ingenieurs, een aantal dat zal stijgen tot 48.000 ingenieurs in 2027 (VDI 2011). Andere studies (Anger *et al.* 2012) wijzen op een stijgende vervangingsbehoefte aan hogere STEM-gediplomeerden die tegen 2020 meer dan 60.000 personen zal bedragen. De totale behoefte aan hogere STEM-gediplomeerden bedraagt momenteel 107.000 personen op jaarbasis en zal de komende jaren nog toenemen tot 115.000. Dat is ver boven de STEM-uitstroom van de Duitse hogescholen en universiteiten, zeker als men er rekening mee houdt dat veel STEM-gediplomeerden niet in STEM-jobs terecht komen.

De volgende tabel geeft de prognoses van het **Nederlandse** ROA (onderzoekscentrum voor onderwijs en arbeidsmarkt) naar tekorten op de arbeidsmarkt voor technische diploma's voor de periode 2011-2016:

**Tabel 3. Prognoses voor de tekorten aan technische diploma's op de Nederlandse arbeidsmarkt**

Onderwijsniveau <sup>12</sup>	Baanopeningen	Instroom in de arbeidsmarkt	Verschil (tekort)
VMBO techniek	106.200	44.400	-61.800
MBO techniek	221.400	163.400	-58.000
HBO techniek	74.700	49.600	-25.100
WO techniek	40.100	29.700	-10.400
<b>Totaal techniek</b>	<b>442.400</b>	<b>287.000</b>	<b>-155.400</b>

Bron: Groen 2012

Op jaarbasis komt dit neer op een tekort van 25.000 technisch geschoolden per jaar. Er worden ook nog bijkomende tekorten verwacht in de zogenaamde groene sectoren. Volgens het Masterplan bèta techniek (Groen 2012) zijn deze cijfers zelfs nog een onderschatting.

In **Zwitserland** bleek in 2009 dat er ondanks de financieel-economische crisis voor 16.000 openstaande betrekkingen voor STEM-gediplomeerden slechts ongeveer 2.000 werkzoekenden beschikbaar waren (Gehrig 2010). De werkloosheid bij STEM-gediplomeerden bedroeg slechts 1,2%. Het knelpuntkarakter van vele sectoren wordt er ook geïllustreerd door de toename van buitenlanders in STEM-jobs, vooral in de bouwsector, de chemie, informatica en de technologie sectoren. In 2007 en 2008 vonden meer dan 10.000 buitenlandse STEM-gediplomeerden werk in Zwitserland. De toename was deels te danken aan de wijziging van de wetgeving waardoor buitenlanders gemakkelijker toegang kregen tot de Zwitserse arbeidsmarkt.

<sup>12</sup> VMBO = Voorbereidend Middelbaar Beroepsonderwijs; MBO = Middelbaar Beroepsonderwijs; HBO = Hoger Beroepsonderwijs (vooral bachelors) ; WO = Wetenschappelijk Onderwijs (masters en doctors)

In **Frankrijk** illustreren de cijfers voor de werkzaamheidsgraad goed dat technisch gediplomeerden heel erg gegeerd zijn op de arbeidsmarkt. Ingenieurs, hogere technici maar ook doctors in de wetenschappen kennen een hogere werkzaamheidsgraad dan andere gediplomeerden uit het hoger onderwijs. De werkloosheid van de masters in de exacte wetenschappen situeert zich rond het gemiddelde van de hoger gediplomeerden (*Schmuck 2012*).

De ingenieursscholen in Frankrijk leveren momenteel ongeveer 30.000 ingenieurs per jaar af. Volgens waarnemers is er echter de komende jaren nood aan minstens 40.000 ingenieurs, onder meer om aan de toenemende vervangingsbehoefte te voldoen (interview met Christian Lermينياux, *président des directeurs d'écoles françaises d'ingénieurs*, *Figaro économie*, 4 okt 2011).

### **2.1.6 De STEM-tekorten belemmeren de economische ontwikkeling**

De gevolgen van de STEM-tekorten kunnen zeer aanzienlijk zijn. Als werkgevers hun STEM-vacatures moeilijk of niet kunnen invullen dan ontstaan er allerhande ongewenste effecten:

- de tijd en kosten verbonden aan het rekruteringsproces nemen toe
- er ontstaat een groter verloop van personeel, wat kosten en vertragingen veroorzaakt
- er komt druk op de lonen en deze beginnen te stijgen (om zo toch STEM-gediplomeerden te kunnen aantrekken en behouden)
- de medewerkers moeten meer uren presteren, waardoor de eenheidskosten toenemen

- de aanpassingstijd en de kosten voor bijscholing van nieuwe medewerkers nemen toe, omdat men minder geschikte profielen kan aanwerven
- activiteiten moeten geoutsourced worden aan onderaannemers, consultants, projectbureau's,... – wat meestal duurder is en waardoor men ook kennis verliest
- men moet buitenlandse werknemers rekruteren, wat vaak duurder is en allerhande problemen met zich meebrengt
- men investeert minder omdat men de investeringen niet kan laten renderen
- opdrachten of bestellingen moeten geweigerd of uitgesteld worden omdat men de mankracht mist om ze uit te voeren.

Dergelijke effecten leiden tot hogere kosten, verminderde productiviteit, kwaliteitsproblemen, verminderde omzet en verlies aan marktaandeel in binnen- en buitenland. Dit alles belemmert de economische ontwikkeling, kan leiden tot een investeringsstop en zelfs het stopzetten van een activiteit en/of verplaatsing ervan naar het buitenland. Op macro-economisch vlak zorgt dit voor een vertraging van de economische groei.

In Duitsland schat het Institut der deutschen Wirtschaft het economische verlies als gevolg van de tekorten op de arbeidsmarkt op meer dan 20 miljard euro per jaar. Alleen al de ingenieurstekorten zijn goed voor een economisch verlies van 3,4 miljard euro (*Koppel 2010*). Berekeningen hebben aangetoond dat elke aangeworven ingenieur zorgt voor 1,8 tot 2,4 bijkomende arbeidsplaatsen (*VDI 2011*; *VDE 2010*). In Zwitserland schat men het economisch verlies door het tekort aan STEM-gediplomeerden rond de 2 miljard Zwitserse franken, wat neerkomt op 0,4% van het BBP (*Gehrig 2010*).




Naast deze economische effecten zijn er ook tal van andere. Een specifiek aandachtspunt is hoe dan ook het onderwijs. Het groeiend tekort aan leerkrachten die STEM-vakken kunnen geven, kan op termijn desastreuze gevolgen hebben. Het riskeert negatieve gevolgen te hebben naar de kwaliteit van het onderwijs in STEM-vakken en de oriëntatie van scholieren naar STEM-studierichtingen. Wie zal deze dan daarvoor warm maken? Verschillende onderzoekers wijzen ook op de gevolgen van het ouder wordend STEM-lerarenkorps. Sommige oudere vakleerkrachten hebben ook meer moeite met de jongerencultuur en met de wijze waarop jongeren naar STEM-vakken kijken. Zij zijn soms minder geneigd om hun pedagogische methoden aan te passen, wat nochtans – zoals verder in dit rapport zal blijken – een cruciale voorwaarde is om de interesse van jongeren voor STEM-vakken aan te wakkeren en bijgevolg ook jongeren te doen kiezen voor STEM-studierichtingen en –beroepen.

## 2.2 HET AANBOD AAN STEM-GEDIPLOMEERDEN<sup>13</sup> IN HET HOGER ONDERWIJS

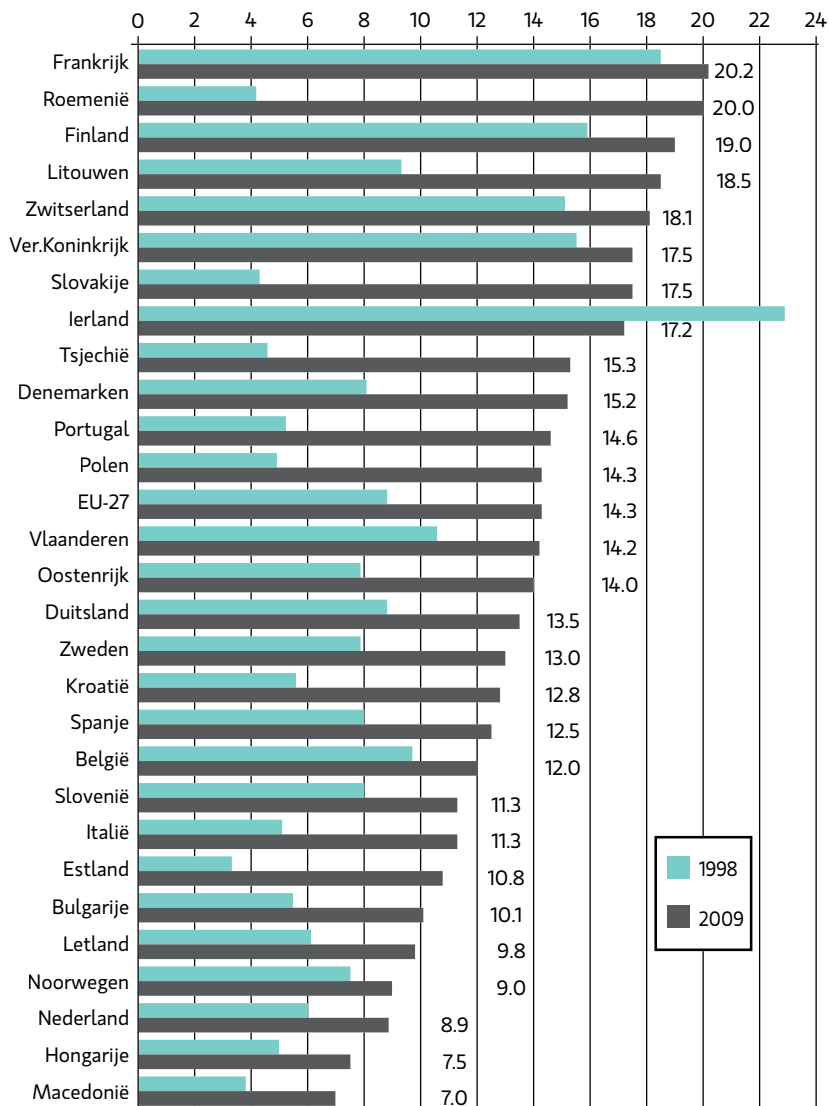
### 2.2.1 Het absolute aantal STEM-ge diplomeerden in Europa is sterk toegenomen

Om zicht te krijgen op het aanbod aan STEM-ge diplomeerden in Europa hebben we de onderwijsdatabanken van Eurostat en de OESO geanalyseerd. Deze bieden relatief gedetailleerde informatie voor het hoger onderwijs. Voor secundair onderwijs is het nagenoeg een onbegonnen zaak om onderwijsgegevens met betrekking tot STEM internationaal te vergelijken.

<sup>13</sup> Tenzij anders vermeld komen alle statistische gegevens uit de OESO- en Eurostat databanken, en voor Vlaanderen uit de databanken van het Ministerie van Onderwijs en Vorming. Bij de bronvermelding bij de tabellen is dit aangegeven als 'OESO-EUROSTAT-MOV'. Het gaat steeds om de cijfers die beschikbaar waren in januari 2012. In de internationale statistieken en de gegevens die we verder presenteren staat STEM voor de disciplines 'Math, Science & Technology'. Studierichtingen op gebied van zorg-STEM en lichte STEM zijn dus niet inbegrepen.



Uit onze analyse blijkt in eerste instantie goed nieuws: het voorbije decennium is het absoluut aantal STEM-geëdiplomeerden in het hoger onderwijs in nagenoeg alle Europese landen gestegen. Het was trouwens een van de Lissabondoelstellingen om het aantal STEM-geëdiplomeerden met 15% te doen stijgen – een doelstelling die reeds na 6 jaar ruimschoots werd gehaald.

**Figuur 4. Aantal hogere STEM-diploma's per 100 personen in een leeftijdscohorte**

Bron: OECD-EUROSTAT-MOV

Figuur 4, met cijfers voor 1998 en 2009<sup>14</sup>, illustreert dat het aantal STEM-diploma's per leeftijdscohorte<sup>15</sup> en de mate van stijging sterk verschilt tussen de Europese landen. Frankrijk, Roemenië, Finland, Litouwen, Zwitserland, het Verenigd Koninkrijk, Slowakije, en Ierland waren de Europese landen die in 2009 volgens deze statistieken het best scoorden voor wat betreft het aantal STEM-diploma's per leeftijdscohorte. Vlaanderen<sup>16</sup> situeerde zich net onder het Europese gemiddelde.

De Europese landen die de sterkste stijging kenden zijn Roemenië, Slowakije, Tsjechië, Estland, Polen, Portugal, Litouwen, Denemarken, Macedonië, Bulgarije, Oostenrijk en Zweden. Het zijn dus vooral de landen uit Oost-Europa waar de groei het sterkst geweest is. Dat heeft vooral te maken met de hervorming en expansie van hun systemen van hoger onderwijs na de val van het IJzeren Gordijn. In Noorwegen, Finland, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk was er in de beschouwde periode slechts een zeer beperkte stijging en in Ierland zelfs een daling.

Geen enkele van de landen die in 1998 hoog scoorden inzake STEM-afgestudeerden is erin geslaagd later nog een aanzienlijke stijging te bewerkstelligen. Dit suggereert dat 20% of iets meer hogere STEM-gediplomeerden zowat het plafond is dat een land of regio kan bereiken (tenzij het percentage meisjes zou stijgen). Maar dat is nog altijd een stuk hoger dan de 14 % van Vlaanderen.

<sup>14</sup> Voor enkele landen verschilt het jaartal soms één of twee jaar van 1998 of 2009.

<sup>15</sup> We gebruiken in deze en andere grafieken de uitdrukking "% diploma's per leeftijdscohorte". De exacte omschrijving zoals deze voorkomt in de internationale statistieken is "het aantal gediplomeerden per 1000 mensen in de leeftijdsgroep 20-29". Dit wordt zo gedefinieerd om rekening te houden met de verschillen in de leeftijd waarop studenten hun diploma behalen. Maar in essentie komt dit overeen met het % van mensen van een bepaalde leeftijd (een leeftijdscohorte) die een diploma haalt.

<sup>16</sup> De Vlaamse cijfers worden besproken in volgend hoofdstuk.


We wijzen er nog op dat de groei van de STEM-diploma's in Europa niet evenredig verdeeld is over de verschillende disciplines. De grootste stijging was op gebied van ICT, al kenden sommige landen daar grote schommelingen. Technische studies toonden lagere groeicijfers terwijl natuurwetenschappelijke studies vaak stagneerden of afkalfden (zeker bij jongens).

### **2.2.2 Er zijn veel minder vrouwelijke dan mannelijke STEM-gediplomeerden**

Er zijn ook internationale cijfers beschikbaar voor het aandeel van vrouwelijke STEM-gediplomeerden en de stijging tussen 2004 en 2009 (zie Figuur 5). De grafiek illustreert dat het percentage meisjes dat een hoger STEM-diploma haalt veel lager is dan dat van de jongens. In Europa haalt tegenwoordig slechts één op tien meisjes een hoger STEM-diploma. Verdere analyse van deze cijfers geeft bovendien ook aan dat meisjes ook in andere STEM-studierichtingen afstuderen dan jongens (o.a. meer biologie, biochemie, landbouw,...).

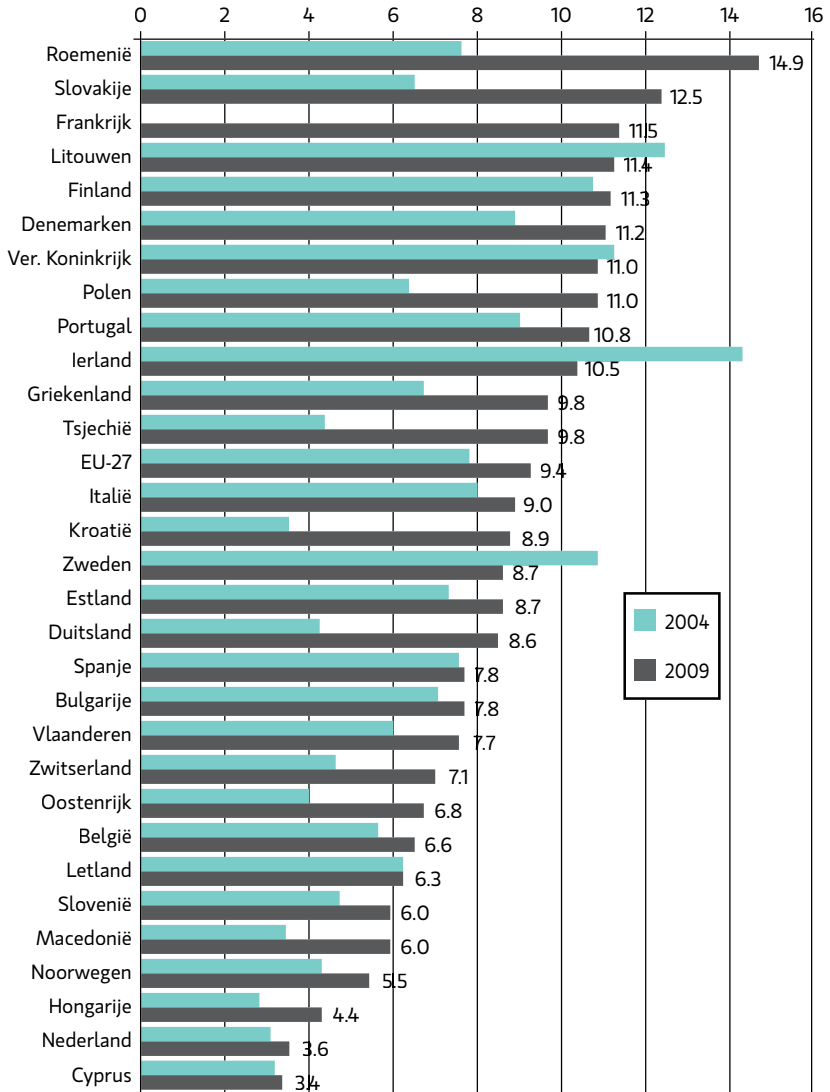
Uit Figuur 5 blijkt ook dat het percentage meisjes met STEM-diploma's hoger onderwijs sterk verschilt tussen landen. De landen met het hoogste aantal vrouwelijke hogere STEM-gediplomeerden per leeftijdscohorte zijn Roemenië, Slowakije, Frankrijk, Litouwen, Finland, Denemarken, Verenigd Koninkrijk, Polen, Portugal, Ierland, Tsjechië en Kroatië. In de laatste twee landen was de stijging de laatste jaren het sterkst. Vlaanderen scoort hier duidelijk onder het Europese gemiddelde.

Het feit dat de landen met de hoogste percentages STEM-afgestudeerden meestal ook de hoogste percentages vrouwelijke STEM-afgestudeerden hebben, wijst erop dat een hoge participatiegraad van meisjes een absolute voorwaarde is om bij de top inzake STEM-gediplomeerden te horen. De grafiek illustreert ook dat hoewel



het percentage meisjes in de meeste landen gestegen is, het in sommige landen stabiliseert of zelfs daalt (Verenigd Koninkrijk, Ierland, Zweden,...). Op basis van de cijfers in deze grafiek durven we poneren dat het 'saturatiepercentage' voor meisjes met een hoger STEM-diploma momenteel rond 12% ligt - en dus bij jongens tegen de 30%.

**Figuur 5. Relatief aandeel vrouwelijke hogere STEM-gediplomeerden in een leeftijdscategorie (in %)**



Bron: OECD-EUROSTAT-MOV

### 2.2.3 Het relatief aandeel van STEM onder de gediplomeerden neemt in de meeste landen af

Tabel 4 bevat cijfers voor het relatieve aandeel van hogere STEM-gediplomeerden onder het totale aantal hoger gediplomeerden. De cijfers zijn uitgedrukt in percentages en slaan op de jaren 1998 en 2009, en op het verschil daartussen.

**Tabel 4. Relatief aandeel van hogere STEM-diploma's onder de hogere diploma's**

	1998	2009	Vershil
Oostenrijk	33,5	28,7	-4,8
Finland	26,1	28,2	2,1
Portugal	17,9	26,6	8,7
Frankrijk	30,7	26,2	-4,5
Spanje	21,9	25,6	3,7
Tsjechië	24,6	24,8	0,2
Duitsland	28,6	24,8	-3,8
Kroatië	(20,1)	24,4	
Zweden	26,0	24,2	-1,8
Italië	24,2	22,2	-2,0
EU-27	25,1	22,0	-3,1
Ver.Koninkrijk	26,2	21,9	-4,3
Ierland	32,1	21,9	-10,2
Roemenië	24,7	21,7	-3,0
Zwitserland	(23,4)	21,7	
Macedonië	36,5	21,4	-15,1
Litouwen	24,6	21,0	-3,6
Slovakije	21,1	20,6	-0,5
Denemarken	19,5	19,6	0,1
Estland	17,9	19,4	1,5
Vlaanderen	(20,5)	19,0	
Bulgarije	16,0	18,8	2,8



**Tabel 4. (vervolg)**

	<b>1998</b>	<b>2009</b>	<b>Vershil</b>
Slovenië	23,8	17,9	-5,9
België	(18,9)	16,9	
Polen	15,1	15,7	0,6
Noorwegen	12,9	15,3	2,4
Hongarije	18,1	14,8	-3,3
Nederland	17,0	14,1	-2,9
Cyprus	:	13,7	
Letland	19,3	13,3	-6,0

Bron: OECD-EUROSTAT-MOV

In een aantal landen bedraagt het STEM-aandeel onder de gediplomeerden rond de 25%: Frankrijk, Tsjechië, Duitsland, Zweden, Kroatië, Spanje, Griekenland. In Oostenrijk en Finland zit men in de buurt van de 30%. Ierland overschreed dat percentage in 1998, maar sindsdien is het afgenomen. Het 'saturatieniveau' in Europese landen ligt dus wellicht rond de 30%.

Uit de tabel blijkt ook dat slechts in enkele landen het relatieve aandeel van STEM in het vorige decennium is toegenomen (Portugal, Spanje, Bulgarije, Noorwegen, Finland, Estland en Polen). Eigenlijk kunnen we alleen maar in Portugal van een aanzienlijke stijging spreken. In zeer veel landen heeft STEM terrein verloren. Dit betekent dat de expansie van het hoger onderwijs in de meeste landen niet gepaard gegaan is met een evenredige verhoging van het aantal studenten en gediplomeerden op gebied van STEM. In de hele Europese Unie samen is het aandeel van STEM-diploma's onder alle diploma's de laatste jaren duidelijk gedaald (van 25% in 2000 tot 22% in 2009).


## 2.2.4 Bij generatiestudenten is het STEM-aandeel hoger dan bij de gediplomeerden

**Tabel 5. Generatiestudenten hoger onderwijs (2008)**

	% generatiestudenten in STEM-opleidingen	% vrouwen onder de generatiestudenten in STEM-opleidingen
Finland	36,6	25,3
Slovenië	35,6	31,7
Griekenland	34,7	41,6
Tsjechië	31,7	32,2
Duitsland	30,5	29,5
Portugal	30,3	32,4
Zweden	29,1	32,2
Slovakije	28,4	31,5
Oostenrijk	27,6	31,2
Ierland	26,8	28,2
EU-19	26,4	29,4
Estland	26,1	30,3
Spanje	25,4	25,9
Italië	25,3	39,7
Zwitserland	25,1	21,7
Polen	24,1	29,4
Hongarije	23,2	25,0
Ver.Koninkrijk	22,2	32,1
Denemarken	21,9	37,7
België	21,0	27,7
Noorwegen	17,1	30,1
Nederland	15,9	21,1

Bron: OECD-EUROSTAT

Tabel 5 bevat cijfers over het aandeel van STEM-studierichtingen onder de generatiestudenten ('new entrants'), d.w.z. studenten die zich voor de eerste keer in




het hoger onderwijs inschrijven. De tweede kolom bevat het percentage van de nieuwe studenten die een STEM-richting aanvat; de derde kolom geeft het aandeel van de vrouwelijke studenten aan onder de STEM-studenten.

De cijfers over het STEM-aandeel bij de generatiestudenten (tweede kolom) zijn bijna altijd hoger dan deze voor het STEM-aandeel onder de gediplomeerden (Tabel 4 - jaar 2009). Verschillende factoren beïnvloeden dit fenomeen. Eerst en vooral wijst het erop dat studenten die STEM-studies aanvatten in veel landen vaker afhaken of tijdens hun studie van richting veranderen dan andere studenten. Wij hebben deze verklarende factor in beperkte mate kunnen verifiëren voor een aantal landen.

Een tweede verklaring voor de verschillen is dat de hogere cijfers voor de STEM-generatiestudenten het gevolg zijn van een opnieuw stijgende interesse van studenten voor STEM-richtingen. Deze recente evolutie hebben we kunnen vaststellen voor een aantal landen (Nederland, Duitsland, Engeland,...). Deze (bescheiden) stijgingen worden toegeschreven aan een grotere bekommernis van jongeren over werkzekerheid na het afstuderen en aan de volgehouden inspanningen van overheden en andere actoren om jongeren te sensibiliseren voor STEM-richtingen in het hoger onderwijs.

De vraag is evenwel of deze gestegen aantallen generatiestudenten zich over enkele jaren ook zullen vertalen in hogere percentages onder de gediplomeerden, gelet op het gegeven dat de uitval van studenten in STEM-richtingen vaak groter is dan in andere richtingen. Hoe dan ook zal zonder speciale maatregelen




het absoluut aantal STEM-gediplomeerden wellicht niet veel meer stijgen; door de demografische evoluties zal de instroom vanuit het secundair onderwijs de komende jaren eerder afnemen dan toenemen. In sommige landen is deze evolutie al enkele jaren aan de gang. Bezuinigingsmaatregelen in het onderwijs, veroorzaakt door de tekorten op de overheidsbegrotingen, kunnen eveneens een verminderde instroom veroorzaken.

We merken nog op dat de studierichting van generatiestudenten niet altijd hun primaire interesse weerspiegelen; ze zijn soms meer het gevolg van het aantal studenten dat toegelaten kan worden tot bepaalde studierichtingen. Dit laatste wordt door sommigen gezien als de reden waarom de STEM-cijfers in sommige Oost-Europese landen relatief hoog zijn.

De derde kolom in Tabel 5 geeft aan welk percentage onder de STEM-generatiestudenten bestaat uit meisjes. De verschillen tussen landen variëren tussen 2 op 10 (Nederland, Zwitserland) en 4 op 10 (Italië, Griekenland). Het Europese gemiddelde situeert zich rond de 30%. We hebben voor deze cijfers geen historische internationale gegevens, maar voor verschillende landen zijn er wel indicaties dat dit aandeel het laatste decennium licht is toegenomen. Dit heeft vooral te maken met interesse van meisjes voor studierichtingen met veel biologie.

### **2.2.5 Verschillen tussen landen zijn niet eenvoudig te verklaren**

De vorige tabellen hebben geïllustreerd dat er inzake STEM-studenten aanzienlijke verschillen zijn tussen Europese landen, zelfs tussen landen die economisch,




sociaal en cultureel sterk met elkaar vergelijkbaar zijn. Zo scoort Vlaanderen beter dan Nederland maar slechter dan Duitsland en Zwitserland. In de Scandinavische landen doet Noorwegen het veel minder goed dan bijvoorbeeld Finland. Ook tussen de Centraal-Europese landen zijn er vaak grote verschillen.

Mogelijk gaat het in een aantal gevallen deels om schijnbare verschillen, die veroorzaakt worden door verschillen in classificaties van studenten. Sommige studierichtingen worden in het ene land als STEM beschouwd, maar in het andere niet. Ook de definitie van hoger onderwijs verschilt van land tot land. Sommige korte hogere opleidingen of opleidingen die te paard zitten op secundair en hoger onderwijs zijn soms wel, soms niet opgenomen in de internationale statistieken. En ook de wijze waarop gegevens van hogescholen worden gecapteerd (uitgesloten in bepaalde OESO-statistieken) en dubbele diploma's worden verrekend is niet altijd eenvormig. Bovendien zijn er in zowat alle Europese landen trendbreuken geweest door de BaMa-hervorming. Verschillen van enkele percentages tussen landen weerspiegelen daarom niet noodzakelijk reële verschillen tussen die landen.

Ondanks deze effecten durven we echter wel stellen dat de reële verschillen tussen Europese landen vaak aanzienlijk zijn. Voor de landen en regio's die laag tot gemiddeld scoren zoals Nederland en Vlaanderen is er dus zeker potentieel voor groei.

Tijdens onze internationale contacten en bij de desktop research hebben we ook getracht verklarende factoren te vinden voor de soms grote verschillen tussen landen. Een eenduidige boodschap hebben we daaruit niet verkregen. Er zijn blijkbaar veel factoren die daarin meespelen. De belangrijkste die we konden identificeren zijn de volgende:

- 
- De 'traditie' en inertie van het onderwijssysteem: het percentage studenten dat geïnteresseerd is in STEM wijzigt meestal slechts langzaam en gradueel – zeker in landen waar scholieren en studenten veel keuzemogelijkheden hebben zoals Vlaanderen.
  - Ook de wetenschappelijke en/of technische cultuur in het land speelt een rol. Het gaat over de appreciatie van de bevolking voor wetenschap en techniek – en het aanzien van ingenieurs en wetenschappers. Dit zou bijvoorbeeld het verschil tussen Zweden en Noorwegen kunnen verklaren: Zweden met een wetenschappelijke cultuur die teruggaat tot de 18de eeuw, en Noorwegen dat langer landelijk is gebleven en een minder brede industriële ruggengraat heeft. Landen waar de technische traditie en cultuur diep ingeworteld zijn – zoals Duitsland en Zwitserland – hebben een natuurlijk voordeel om studenten te kunnen blijven aantrekken voor technische studierichtingen.
  - De feitelijke moeilijkheidsgraad van de studies (of de perceptie hiervan) is ook een factor. Er zijn verschillen tussen landen inzake de zwaarte van bijvoorbeeld de ingenieursstudies – en dat heeft uiteraard een invloed op de keuze van studenten voor die studies.
  - Ook de mate van specialisatie van het secundair onderwijs speelt een rol. In sommige landen bepalen de keuzen op 14, 15 of 16 jaar de facto of men ooit nog STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs kan volgen of niet. Een vroege specialisatie is vaak nefast voor de keuze voor STEM-richtingen, omdat veel leerlingen de neiging hebben om moeilijke vakken of studierichtingen te ontwijken – en STEM-vakken behoren daar meestal toe. Het plaatst technische studierichtingen ook vaak in een inferieure positie. De structuur van het onderwijssysteem is dus medebepalend voor de STEM-oriëntatie – wat een

aandachtspunt is bij de nakende hervorming van het secundair onderwijs in Vlaanderen.

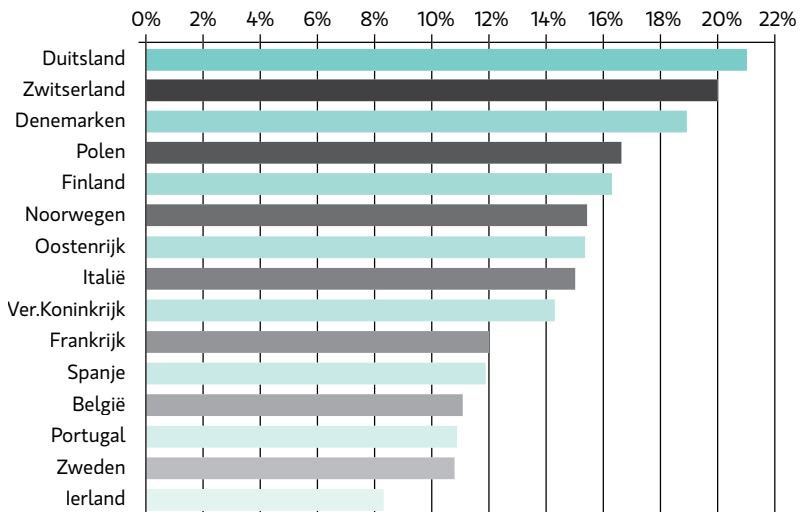
- Ook de onderwijscultuur speelt een rol. Een studie over fysica-onderzoekers (*Hasse & Trentemøller 2008*) gaf bijvoorbeeld aan dat het in Italië perfect denkbaar is om in het secundair onderwijs klassieke talen te studeren (wat aanzien wordt als een IQ-indicator) en daarna een STEM-richting te kiezen. Dit is ook mogelijk in Vlaanderen, maar bijvoorbeeld ondenkbaar in Denemarken.
- Omgekeerd geldt dan weer dat er voldoende potentieel moet zijn aan studenten met voldoende STEM-scholing in het secundair onderwijs om STEM-studies in het hoger onderwijs aan te kunnen. In sommige landen geeft men aan dat de lage of dalende wiskundekennis bij jongeren een rem vormt op het aanvatten van STEM-studies. Dit is een zorg van veel overheden. In Duitsland is men erin geslaagd om de prestaties van scholieren op gebied van wiskunde te verhogen.
- In de landen van Oost-Europa is de sterkere STEM-vertegenwoordiging (en ook het aandeel vrouwen daarin) deels nog een overblijfsel van de communistische beleidsprioriteiten – waarbij STEM-faculteiten aan universiteiten relatief veel middelen kregen.
- Sommige landen hebben een lange traditie van aantrekken van buitenlandse studenten. Een niet-onbelangrijk deel daarvan volgt STEM-studierichtingen. Dit verklaart minstens deels de hogere cijfers in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Zwitserland en Duitsland.
- Zoals we later zullen zien neemt, gemiddeld genomen, de interesse voor STEM-studierichtingen en -beroepen bij jongeren af naarmate een land meer economisch ontwikkeld is. Men kan het ook omdraaien: in landen in volle ontwikkeling hebben de STEM-beroepen hoge visibiliteit en status, waardoor ze meer

studenten aantrekken. Voorbeelden zijn Portugal, Letland, Estland en vroeger ook Ierland en in zekere mate Finland. Ook de interesseverschillen inzake STEM tussen jongens en meisjes nemen toe naarmate landen meer ontwikkeld zijn.

- De omvang van de STEM-output wordt mede beïnvloed door het soort studierichtingen dat bestaat in het niet-universitair hoger onderwijs. In Oostenrijk werden de Fachhochschulen slechts midden de jaren 90 opgericht, maar dat heeft toegelaten het aantal STEM-studenten gevoelig te verhogen.
- In kleinere landen is het ook gemakkelijker om via overheidsmaatregelen trends te beïnvloeden dan in grotere landen. De Baltische staten worden daarbij vaak als voorbeeld genoemd.

Afsluitend geven we nog aan dat bij vergelijkingen tussen landen niet enkel naar het aanbod aan STEM-gediplomeerden gekeken moet worden, maar ook naar de vervangingsbehoefte, het BNP en de graad van technologische ontwikkeling. Deze analyse – die het bestek van deze studie ruim overschrijdt – zou een heel ander beeld geven van de verschillen tussen landen. Vooral voor de grote en hoogontwikkelde Europese landen is de situatie allesbehalve rooskleurig, ook al is het aantal STEM-gediplomeerden er relatief hoog. Nemen we slechts één aspect, de vervangingsbehoefte omwille van pensionering van ingenieurs, dan blijkt dat landen als Duitsland, Zwitserland en Denemarken voor reusachtige uitdagingen staan (Figuur 6).



**Figuur 6. Percentage actieve ingenieurs ouder dan 55 jaar (2009)**

Bron: *Institut der deutschen Wirtschaft (gebaseerd op Europese Labour Force Survey)*

Economische immigratie wordt steeds meer aanzien als oplossing. Er is alvast een braindrain aan het ontstaan vanuit Zuid-Europese landen naar landen die het economisch beter doen en met grote tekorten te maken hebben, in het bijzonder naar Duitsland.

## 2.3 DE KEUZE VOOR STEM IN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

### 2.3.1 Het STEM-aandeel bij scholieren is moeilijk te vatten

Het is bijzonder moeilijk om het aandeel van STEM-studierichtingen en STEM-diploma's in het secundair onderwijs van verschillende Europese landen te vergelijken. Er zijn immers grote verschillen in de onderwijssystemen en het is moeilijk om per land te bepalen wat een 'STEM-studierichting' is en wat niet – laat staan die tussen landen te vergelijken. Ook de verschillen in leerplicht-leeftijd en de wijze waarop het technisch en beroepsonderwijs is georganiseerd, maken het zo goed als onmogelijk om Europese vergelijkingen te maken.

Benaderend kunnen we wel stellen dat meestal tussen 25 en 50 % van de leerlingen op het einde van het secundair onderwijs (of op 17-18 jaar) in een richting zit met een sterk STEM-gehalte. In de algemeen vormende richtingen gaat het dan vooral om een belangrijk aandeel aan wiskunde, natuurkunde, scheikunde en/of biologie; in de meer beroepsgerichte opleidingen gaat het hoofdzakelijk om technische vakken.

We kunnen ook geen duidelijk 'Europees' patroon in de evoluties herkennen. In sommige landen zien we stijgingen (soms te verklaren door demografische evoluties), in andere dalingen van het aantal leerlingen in de STEM-richtingen.

Een constante in alle landen is wel dat meisjes ondervertegenwoordigd zijn in STEM-richtingen. Dat fenomeen doet zich minder voor in algemeen vormende studierichtingen die voorbereiden op het hoger onderwijs. Maar de aanwezigheid van meisjes in technische studierichtingen is vaak bijzonder laag.

In de volgende paragraaf presenteren we een aantal cijfers voor enkele landen: het Verenigd Koninkrijk (Engeland en Schotland), Nederland, Duitsland, Zwitserland en Noorwegen. Hiermee willen we vooral een illustratie geven van de verscheidenheid van de onderwijssystemen, de moeilijkheid om het STEM-gehalte in de studies te bepalen, en de soms tegenstrijdige evoluties tussen de Europese landen. De cijfers die worden verstrekt, zijn steeds afkomstig uit de nationale onderwijsstatistieken van de betrokken landen.

### **2.3.2 De STEM-evoluties in het secundair onderwijs verschillen van land tot land**

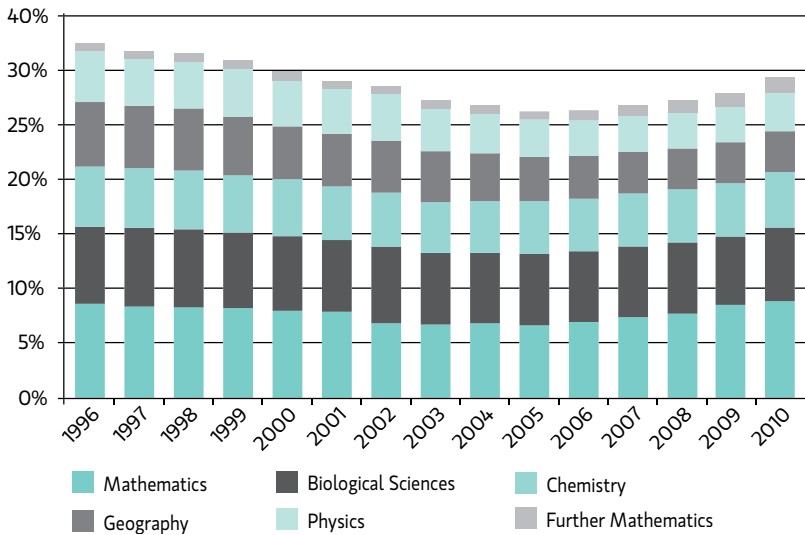
In **Engeland** moeten jongeren op 16-jarige leeftijd kiezen voor een aantal vakken (minstens 3) om voor die vakken twee jaar later een zogenaamd 'A-level' te kunnen halen. De behaalde A-levels zijn zeer predeterminerend voor de opleidingen die men daarna in het hoger onderwijs zal kunnen volgen. Figuur 7 toont de evolutie van de laatste 15 jaar. De percentages hebben betrekking op het aandeel van de gekozen vakken in het totaal aantal gekozen vakken (typisch 3 per scholier).

Uit deze grafiek blijkt dat na een dieptepunt in 2005 en 2006 de keuze voor STEM-vakken de laatste jaren weer aan het stijgen is. Deze stijging geldt evenwel niet voor alle STEM-vakken. Dit is duidelijk zichtbaar in Figuur 8. Vooral wiskunde is aan een remonte bezig. Aardrijkskunde kent een gestage daling, terwijl deze daling voor fysica en chemie gestopt is.

Er zijn voor bepaalde STEM-vakken grote verschillen tussen jongens en meisjes. In 2005 was fysica slechts het twaalfde meest gekozen keuzevak onder de meisjes, terwijl het op nummer zes stond bij de jongens (Murphy & Whitelegg 2006). De

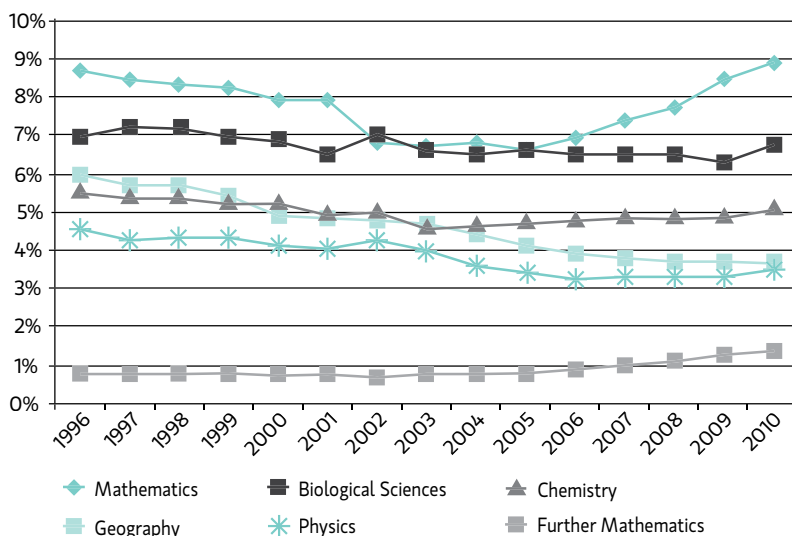
auteurs wijzen erop dat veel 16-jarige meisjes over voldoende voorkennis beschikken om fysica te volgen, maar toch kiezen voor andere vakken. Eenmaal ze die keuze hebben gemaakt wordt het bijna onmogelijk om in het hoger onderwijs studierichtingen als natuurkunde of ingenieurswetenschappen te volgen.

**Figuur 7. Keuze voor STEM-vakken op 16 jaar in Engeland ('GCE A level entries')**



Bron: Department for Education (DfE 2010)

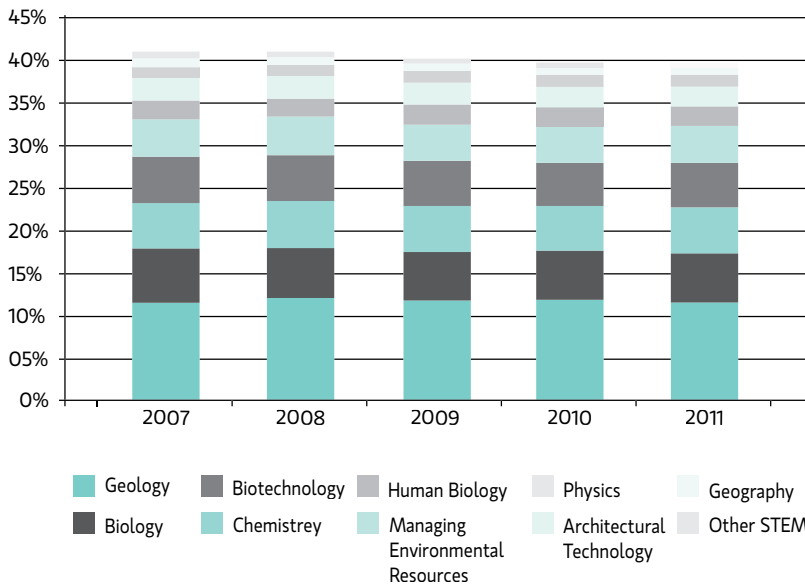
**Figuur 8. Evolutie van de keuze van Engelse scholieren voor STEM-vakken ('GCE A level entries')**



Bron: Department for Education (DfE 2010)

Cijfers voor **Schotland**, waar de meeste scholieren ook keuzes moeten maken op 16 jaar ('*Highers*'), geven aan dat het aandeel van de STEM-keuzes wat hoger ligt dan in Engeland, maar de laatste jaren niet meer stijgt (zie Figuur 9).

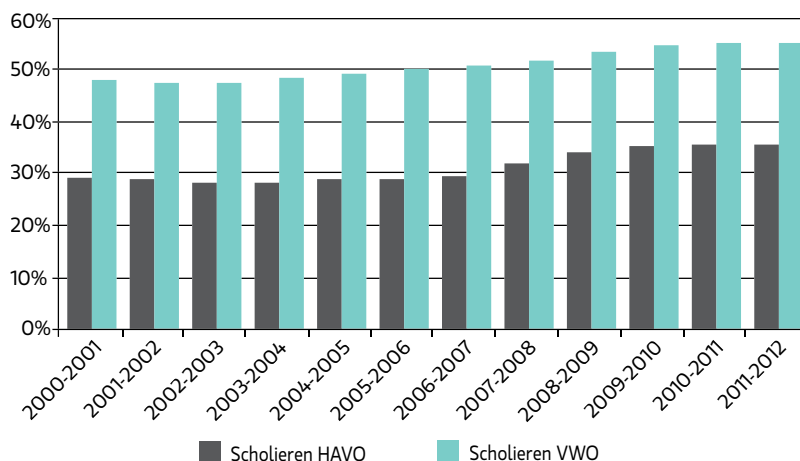
**Figuur 9. Aandeel van STEM-vakken onder de keuze van Schotse scholieren voor 'Highers'**



Bron: Schotse onderwijsstatistieken

Zoals bleek uit de gegevens in sectie 2.2 is **Nederland** binnen Europa een van de landen met de laagste STEM-cijfers in het hoger onderwijs. Vanuit de overheid, het onderwijs en het bedrijfsleven worden al sinds het begin van deze eeuw aanzienlijke inspanningen geleverd om het aantal STEM-in- en uitstromers te doen stijgen, zowel in het secundair als het hoger onderwijs.

**Figuur 10. Aandeel Nederlandse scholieren in de bovenbouw van VWO en HAVO met een N-profiel**



Bron: Kennisbank Bèta Techniek – [kbt2012.kiwi.qdelft.nl](http://kbt2012.kiwi.qdelft.nl)

Voor het havo en vwo<sup>17</sup> zijn studierichtingen ingedeeld in 4 profielen. Twee van de vier profielen uit de bovenbouw kunnen als STEM-gebieden worden beschouwd: 'Natuur & Techniek' en 'Natuur & Gezondheid'. Diploma's op deze gebieden zijn meestal een voorwaarde om STEM- en Zorg-STEM-opleidingen te kunnen volgen in het hoger onderwijs. Zoals Figuur 10 illustreert is men er in Nederland het voorbije decennium in geslaagd de lage cijfers om te zetten in een stijgende trend.

Verdere analyse geeft aan dat de stijging het sterkst was bij meisjes, in het bijzonder vanaf 2006. Naast deze positieve ontwikkeling is er de vaststelling dat het STEM-aandeel binnen het vmno (vergelijkbaar met 1ste en 2de graad bso)

<sup>17</sup> Vwo en havo zijn onderwijsvormen in het secundair onderwijs die op een aantal gebieden vergelijkbaar zijn met ASO en TSO in het Vlaamse secundair onderwijs.

het laatste decennium is gedaald. Binnen het vmbo zijn er wel een aantal (lichte) STEM-richtingen die een stijgend succes kennen en ook vrouwelijke scholieren hebben aangetrokken.

In de eindjaren van het algemeen vormend onderwijs in **Duitsland** kunnen scholieren kiezen om al dan niet bepaalde vakken te volgen. Deze keuzemogelijkheden verschillen tussen de Duitse Länder; in sommige zijn ze zeer beperkt. Een analyse van de situatie in Länder waar scholieren kunnen kiezen voor het volgen van STEM-vakken (Leerhoff 2012) toont aan dat jongens meer voor dergelijke vakken kiezen maar ook dat het aantal scholieren dat voor deze vakken kiest de laatste jaren gedaald is, in het bijzonder bij jongens (zie Figuur 11).

**Figuur 11. Aandeel van scholieren in het Duits algemeen vormend onderwijs dat STEM-vakken kiest**



Bron: TSB (Leerhoff 2012)



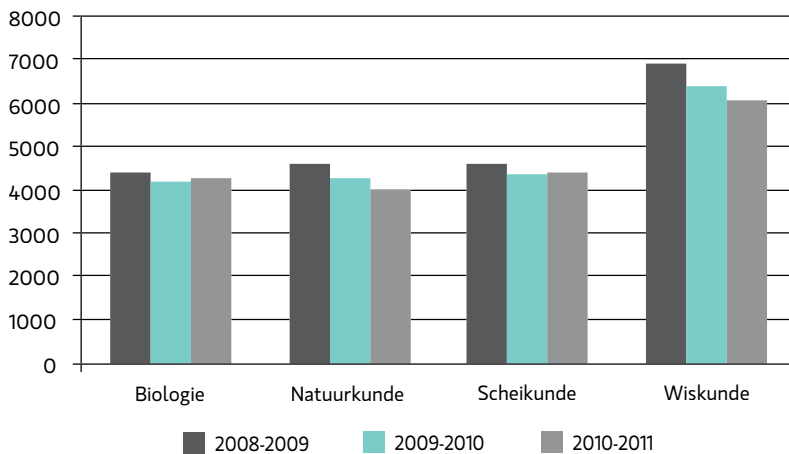
We wijzen er wel op dat het aandeel van STEM in het hoger onderwijs in Duitsland de jongste jaren gestegen is.

In **Zwitserland** bestaat het hoger secundair onderwijs uit twee verschillende componenten: de beroepsgerichte opleidingen (*berufliche Grundbildung*) en de algemeen vormende opleidingen (*Gymnasium*). Nagenoeg twee derden van de leerlingen kiest in het hoger secundair voor de *berufliche Grundbildung*. Tussen 1995 en 2006 kon in deze opleidingen een stijging met 14% vastgesteld worden van het aantal inschrijvingen in STEM-richtingen. In het totaal zijn 38% van de diploma's in deze opleidingen STEM-diploma's (*Wirth 2010*).

In het *Gymnasium* moeten scholieren kiezen voor zwaartepunten. Slechts 10% van de leerlingen kiest voor 'Natuurkunde en toepassingen van de wiskunde' en 16% voor 'Biologie en scheikunde'. De eerste groep blijkt in de praktijk te leiden naar ingenieursstudies in het hoger onderwijs, de tweede groep meer naar zorg-STEM-studierichtingen. Het beperkte aantal leerlingen dat kiest voor fysica beperkt dus het potentieel voor de universitaire ingenieursstudies.

In **Noorwegen** kunnen we een trend waarnemen die analoog is aan die in Duitsland. In het secundair onderwijs is er de laatste jaren een dalende interesse merkbaar voor STEM bij de keuze van 'verdiepingsvakken', met uitzondering van biologie (zie Figuur 12).

**Figuur 12. Evolutie van de keuze van verdiepingsvakken in het Noorse secundair onderwijs**



Bron: Onderwijsstatistieken Noors Ministerie van Onderwijs

Afsluitend kunnen we dus stellen dat het bijzonder moeilijk is om het STEM-aandeel in het secundair onderwijs te vergelijken tussen Europese landen, en ook dat het moeilijk is om op basis daarvan voorspellingen te doen voor de STEM-uitstroom naar de arbeidsmarkt en de STEM-instroom in het hoger onderwijs. Uit de gegevens van verschillende Europese landen durven we ook afleiden dat er in veel landen een 'verlies' optreedt tussen secundair onderwijs en hoger onderwijs, m.a.w. dat het STEM-aandeel in het secundair onderwijs hoger is dan in het hoger onderwijs, zelfs als we zorg-STEM-richtingen in rekening brengen.

## 2.4 INSTROOM VAN BUITENLANDSE STEM-STUDENTEN<sup>18</sup>

### 2.4.1 Buitenlandse studenten zijn economisch interessant

Een mogelijk mechanisme om het aanbod aan STEM-gediplomeerden te verhogen is de instroom van buitenlandse studenten. Sommige landen voeren daar een zeer expliciet beleid rond, al is de verhoging van de output aan gediplomeerden meestal niet het enige en zelfs niet het voornaamste doel.

In Westerse landen worden vooral de volgende argumenten gebruikt om buitenlandse studenten aan te trekken:

- (1) Bijdragen tot de verhoging van de competenties van studenten uit minder ontwikkelde landen (in feite een vorm van ontwikkelingssamenwerking).
- (2) Behouden of bevorderen van de banden tussen landen (in feite een vorm van diplomatie; komt ook vaak voor tussen landen en hun vroegere kolonies of vazalstaten).
- (3) Bevorderen van het internationaal karakter van het hoger onderwijs (wat soms als een doel op zichzelf beschouwd wordt, maar soms ondergeschikt is aan hogere doelen zoals internationale uitstraling, aantrekken van buitenlandse docenten,...).
- (4) Bijdragen tot de kwaliteit van het onderwijs (o.m. door het aantrekken van zeer goede buitenlandse studenten waarvan een deel later verbonden blijft aan de instelling).
- (5) Bekomen van macro-economische voordelen op korte termijn door de inschrijvingsgelden en consumptie van studenten.
- (6) Realiseren van economische voordelen op langere termijn door de economi-

<sup>18</sup> Voor de volgende paragrafen, behalve voor § 2.4.2, steunen we in sterke mate op twee recente rapporten van Nuffic (Nuffic 2011a en 2011b).

sche toegevoegde waarde die de studenten leveren als ze in het land blijven (uitbouw van de kennis-economie, invullen van vacatures in knelpuntberoepen) of na hun studies vanuit hun thuisland in contact blijven met het gastland.

Voor individuele instellingen komt daar vaak het argument bij dat buitenlandse studenten zorgen voor een bijkomende inkomstenstroom (direct of indirect) en bijgevolg de mogelijkheid tot expansie en/of behoud van minder dicht bevolkte studierichtingen.

Bij de landen die veel studenten rekruteren, spelen vooral economische motieven mee. De hoofdargumenten verschillen evenwel van land tot land. In landen zoals Canada en Duitsland, met dalende geboorteaantallen, speelt vooral het langetermijnargument mee: men hoopt studenten aan te trekken die na hun studies in het land blijven en zo de economie versterken en de tekorten aan hooggeschoolden kunnen opvangen. Het Verenigd Koninkrijk en Australië hebben een ander perspectief. Zij zien hoger onderwijs voor buitenlanders vooral als een exportproduct dat geld moet opbrengen; vandaar ook de hoge inschrijvingsgelden voor studenten.

In de Verenigde Staten en Frankrijk speelt ook een ander argument mee: zij zien het aantrekken van buitenlandse studenten onder meer als een mechanisme voor publieke diplomatie. Al speelt het economische natuurlijk ook een rol. Naar verluidt zouden de buitenlandse studenten jaarlijks een bijdrage leveren van 20 miljard dollar aan de Amerikaanse economie. Immigranten hebben in de Verenigde Staten bijgedragen tot de oprichting van een kwart van de technische bedrijven, hoewel ze slechts een achtste van de bevolking uitmaken.

### 2.4.2 Europa is een aantrekkelijke regio voor buitenlandse studenten

Het aandeel van de buitenlandse studenten onder de hoger gediplomeerden verschilt sterk van land tot land. De volgende tabel geeft aan (1) welk percentage van de gediplomeerden buitenlander is; en (2) het percentage onder de buitenlandse gediplomeerden dat een STEM-diploma heeft. De gegevens zijn afkomstig van de OESO- statistieken en hebben betrekking op het jaar 2009.

**Tabel 6. Cijfers over buitenlandse gediplomeerden in het hoger onderwijs**

	% buitenlanders onder de gediplomeerden (alle richtingen)	% STEM-gediplomeerden onder de internationale gediplomeerden
Ver. Koninkrijk	13,6	28,2
Frankrijk	10,7	29,7
Zwitserland	10,4	32,4
België	10,4	11,8
Oostenrijk	10,0	25,3
Tsjechië	6,6	25,7
Duitsland	6,1	36,9
Denemarken	4,3	29,9
Nederland	4,3	7,7
Noorwegen	4,1	20,1
Zweden	3,9	50,0
Hongarije	3,9	15,3
Estland	2,9	6,3
Portugal	2,7	22,6
Finland	2,5	42,2
Italië	2,2	23,0
Slovakije	1,9	14,4
Slovenië	1,2	23,4
Polen	0,5	9,5
Spanje	0,5	16,9

Bron: OECD Education statistics

Wereldwijd bestaat slechts 2% van de gediplomeerden in het hoger onderwijs uit buitenlanders. In Europa zijn er echter heel wat landen die ver boven dit gemiddelde zitten. In het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, België<sup>19</sup>, Zwitserland, Oostenrijk, Tsjechië en Duitsland bestaat meer dan 5% van de gediplomeerden uit buitenlanders. In absolute aantallen vinden we de grootste aantallen terug in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland.

Bekijken we het relatief aandeel van STEM-ge-diplomeerden onder de buitenlandse gediplomeerden, dan zien we dat dit in veel landen tussen 20% en 50% bedraagt, wat dus een teken is van de relatieve aantrekkingskracht van die studierichtingen voor buitenlanders. Dit is het geval in Zweden, Finland, Duitsland, Zwitserland, Denemarken, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk, Tsjechië, Oostenrijk, Slovenië, Italië, Portugal en Noorwegen.

Vermenigvuldigen we beide factoren – het percentage buitenlandse gediplomeerden en het percentage daarvan dat afstudeert met een STEM-diploma – dan bekomen we het percentage buitenlandse STEM-ge-diplomeerden onder alle gediplomeerden. De STEM-kampioenen in Europa zijn dan: het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland en Frankrijk (waar meer dan 3% van de gediplomeerden buitenlandse STEM-ge-diplomeerden zijn) en in minder mate Oostenrijk, Duitsland en Zweden (rond de 2%).

De cijfers in Tabel 6 dienen we wel met de nodige voorzichtigheid te interpreteren:

- De notie 'internationale student' verschilt van land tot land. In sommige landen wordt enkel naar de nationaliteit gekeken. In andere gevallen kijkt men naar de woonplaats op het moment van de inschrijving of naar het land waarin het voor-

<sup>19</sup> Op de Belgische en Vlaamse cijfers komen we terug in het volgend hoofdstuk (sectie 3.6).

gaande diploma wordt gehaald. Daarom kunnen de statistische gegevens tussen landen niet zomaar vergeleken worden.

- Erasmusuitwisselingen komen niet voor in dergelijke statistieken, aangezien de studenten ingeschreven blijven in de instelling in hun thuisland. De toename van het percentage studenten dat een Erasmustraject volgt, beïnvloedt het internationale karakter van sommige studierichtingen. De bereidheid of mogelijkheid om achteraf in het buitenland te blijven is evenwel minder groot dan bij de 'reguliere' buitenlandse studenten.
- Of hoge aantallen buitenlandse STEM-gediplomeerden kunnen verhelpen aan de tekorten op de arbeidsmarkt hangt sterk af van het migratiebeleid van het betrokken land of aan de terugkeereisen die gesteld werden door het land van oorsprong. Als de STEM-gediplomeerden achteraf (moeten) terugkeren naar hun land is het economisch effect niet zo groot, en soms zelfs negatief.

Ondanks deze beperkingen kunnen we vaststellen dat in sommige Europese landen het aandeel van buitenlandse STEM-studenten het laatste decennium sterk gestegen is. In Zwitserland is de recente stijging van het aantal STEM-gediplomeerden in belangrijke mate aan de buitenlandse instroom te danken. In sommige STEM-studierichtingen in Zwitserland bestaat meer dan een kwart van de gediplomeerden uit 'Bildungsausländer', d.w.z. personen die geen secundair onderwijs in Zwitserland gevolgd hebben (Wirth 2010). Drie kwart hiervan komt uit Europa (vooral de buurlanden).

Ook in Duitsland worden de stijgende aantallen STEM-gediplomeerden voor een deel verklaard door de instroom vanuit het buitenland. Bij de ingenieursstudies is het percentage buitenlandse gediplomeerden gestegen van 4,4% in 2000 tot

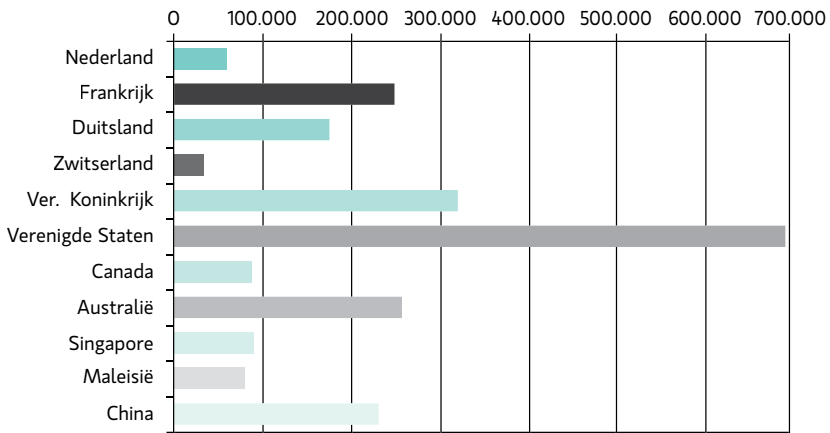
10,8% in 2010 (*Anger et al. 2012*). Maar ook in de exacte wetenschappen was er een stijging van 3,7% naar 7,6% in de beschouwde periode. De auteurs wijzen er wel op dat deze buitenlandse gediplomeerden vaak terugkeren naar hun land van oorsprong en dus onvoldoende ingezet (kunnen) worden om het tekort aan STEM-gediplomeerden in Duitsland op te vangen.

### **2.4.3 Veel studenten komen uit bevolkingsrijke landen in Azië en Zuid-Amerika**

Het zijn niet enkel een aantal Europese landen die veel buitenlandse studenten aantrekken. Buiten Europa zijn momenteel de volgende landen grote aantrekkingspolen: de Verenigde Staten, Canada, Australië, Singapore, Maleisië en China (zie Figuur 13). Deze landen concurreren samen met de Europese landen om het gros van de buitenlandse studenten. Overigens dient opgemerkt dat het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk samen meer buitenlandse studenten aantrekken dan de Verenigde Staten.



**Figuur 13. Aantal buitenlandse studenten in een aantal Europese en niet-Europese landen**



Bron: Nuffic (Nuffic 2011a & 2011b)

Volgens de analyse van Nuffic hebben het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland, Duitsland, Australië en Singapore de meest ontwikkelde strategieën voor het aantrekken van buitenlandse studenten. Vroegere kolonies vormen een belangrijke rekruteringsbron, in het bijzonder voor Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. Maar de prioriteiten zijn ook in die landen aan het veranderen: de meeste landen vissen steeds meer in dezelfde vijver, in het bijzonder de snel groeiende economieën in Azië en Latijns-Amerika.

Unesco-cijfers geven aan dat momenteel drie op de tien buitenlandse studenten afkomstig zijn uit de volgende groep landen: Brazilië, China, India, Indonesië, Mexi-

co, Rusland, Zuid-Korea, Taiwan, Thailand, Vietnam, Argentinië, Chili, Colombia en Egypte. Het gaat dus vooral om bevolkingsrijke landen in Zuid-Amerika en Azië. Noteer dat China zowel een importeur als een exporteur is van buitenlandse studenten. Gemiddeld genomen studeert slechts ongeveer 2% van de studenten in het buitenland (zonder rekening te houden met Erasmusstudenten en vergelijkbare uitwisselings-programma's). Zelfs in een land als Zuid-Korea, dat een heel actieve politiek voert op gebied van uitzenden van studenten, gaat het maar om 4% van de studenten.

#### **2.4.4 Aziatische groeilanden willen meer buitenlandse studenten**

Nuffic wijst op een aantal evoluties in de internationale studentenstromen. Landen als India en China zijn bezig met een inhaalbeweging. Verschillende landen die vooral studenten naar het buitenland stuurden, beginnen nu zelf meer en meer buitenlandse studenten aan te trekken, zoals China, Zuid-Korea, Mexico, en in mindere mate Rusland, Taiwan, Thailand, Brazilië, Argentinië en Chili.

Zo heeft de Chinese regering de ambitie geformuleerd om 500.000 buitenlandse studenten te hebben tegen 2020, het dubbele van het huidige aantal. Frankrijk is van plan om het aantal Franse studenten in China te laten stijgen tot 10.000, de Verenigde Staten zelfs tot 100.000. Daarnaast streeft men in China naar 100.000 uitwisselingsstudenten binnen de ASEAN regio.

Zowel Singapore als Maleisië willen tegen 2015 150.000 internationale studenten aantrekken, wat bijna dubbel zo veel is als nu en bijna zo veel als Duitsland. Singapore heeft een heel specifiek beleid om buitenlandse studenten aan te trekken: de inschrijvingsgelden zijn twee tot vier keer lager dan in het Verenigd Konink-

rijk, Canada, de Verenigde Staten en Australia. Bovendien is er aanzienlijke korting voor studenten die aanvaarden om drie jaar in het land te blijven werken. Maleisië profileert zich dan weer als een topbestemming in de Islamitische wereld. Het land heeft ook een akkoord over wederzijdse erkenning van diploma's met China en zoekt mogelijkheden om credits te verlenen aan Australische studenten.

In Zuid-Korea leeft grote bezorgdheid omdat het aantal 18-jarigen zal dalen en het land nood heeft aan voldoende hooggeschoolden, onder meer op gebied van STEM. Daarom geeft het land aan het rekruteren van buitenlandse studenten een hoge prioriteit. Men wil 100.000 studenten per jaar aantrekken, meer dan 4 keer zoveel als in 2005. Zoals in Singapore wil men ook via partnerships campussen van buitenlandse universiteiten openen (een akkoord werd o.m. reeds gesloten met de Universiteit Gent). Dit moet helpen in het aantrekken van buitenlandse studenten.

Ook in andere landen zijn dergelijke ontwikkelingen aan de gang. Al deze landen zullen studenten willen rekruteren uit landen die traditioneel door de grote spelers werden gevisieerd: de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk, Australië, Duitsland en Frankrijk. Deze landen zullen het dus in de toekomst mogelijk moeilijker krijgen om goede studenten aan te trekken uit het buitenland.

#### **2.4.5 Economische voordelen realiseren wordt moeilijker**

Als een land buitenlandse studenten wil aantrekken om economische langetermijnvoordelen te realiseren, dan moet het er ook voor zorgen dat afgestudeerde studenten in het gastland werk kunnen vinden. Dat is niet enkel een kwestie van openstaande vacatures maar ook van de tijd die men de buitenlandse studenten gunt om na hun studies gepast werk te vinden op hun niveau. Het heeft geen zin

om studenten naar hier te halen op basis van economische argumenten maar het hen daarna moeilijk te maken om in het land te blijven.

In landen als Zwitserland en Duitsland heeft een versoepeling van de wetgeving in elk geval geholpen om meer buitenlandse gediplomeerden in het land te houden. In verschillende Europese landen zijn er echter tendensen die in de tegenovergestelde richting gaan. De financiële crisis heeft in tal van landen geleid tot bezuinigingen in het onderwijs, met o.m. strengere quota voor studenten tot gevolg. Landen zoals Australië, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk hebben de voorbije jaren ook striktere regelingen ingevoerd voor studentenimmigratie en hebben het moeilijker gemaakt voor internationale studenten om in het land te blijven na het afstuderen.

Een ander belangrijk fenomeen is dat landen die traditioneel veel studenten naar het buitenland sturen, nu beleidsmaatregelen aan het nemen zijn om de braindrain te beperken en ervoor te zorgen dat de studenten na hun buitenlandse studie of werk terugkeren. Nu reeds is aan overheidsbeurzen uit Brazilië, Mexico, Colombia, China en Taiwan vaak de voorwaarde verbonden om na de studie of werkervaring terug te keren naar hun thuisland. Vanuit economisch standpunt wordt het dus minder interessant voor gastlanden om dergelijke buitenlandse studenten aan te trekken, zeker als ze niet de volle kostprijs van hun studie moeten betalen. We kunnen dan eerder spreken van een vorm van ontwikkelingssamenwerking dan van economisch beleid.

Samenvattend kunnen we stellen dat het dus zeker niet eenvoudig zal zijn voor Vlaanderen om via het aantrekken van (significant meer) buitenlandse studenten de STEM-tekorten op te vangen.

# HOOFDSTUK 3

## STEM-STROMEN IN HET VLAAMSE ONDERWIJS

### 3.1 STEM IN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

#### 3.1.1 Iets meer dan 4 op 10 leerlingen zit in een STEM-richting

Zoals vermeld in het eerste hoofdstuk hebben we voor ons onderzoek de studierichtingen in het Vlaamse onderwijs ingedeeld in vier STEM-categorieën, namelijk STEM, zorg-STEM, lichte STEM en niet-STEM. Details over de indeling zijn te vinden in Addendum I. Voor alle duidelijkheid merken we op dat de meeste STEM-richtingen in het ASO naast STEM ook een ander accent hebben, zoals klassieke talen, moderne talen of economie. In de meeste STEM-richtingen in het TSO en BSO zijn de technische vakken dominant.

Voor het secundair onderwijs werd deze indeling toegepast op de schoolverlaters uit het Vlaamse secundair onderwijs uit het schooljaar 2008-2009. Deze leerlingen zijn meestal 17 tot 19 jaar oud. In het totaal gaat het om 63.283 leerlingen. De verdeling daarvan naar onderwijsvorm is weergegeven in de volgende drie tabellen. De laatste tabel is ook grafisch weergegeven.

**Tabel 7. Verdeling van de schoolverlaters in het Vlaamse secundair onderwijs (2008-2009)**

	STEM	Zorg-STEM	Lichte STEM	Niet-STEM	Totaal
ASO	13.862			12.847	26.709
TSO	8.760	254	7	12.422	21.443
KSO	312		431	816	1.559
BSO	4.561		329	8.682	13.572
<b>Totaal</b>	<b>27.495</b>	<b>254</b>	<b>767</b>	<b>34.767</b>	<b>63.283</b>

Bron<sup>20</sup>: Eigen analyses op basis van gegevens van het Ministerie van Onderwijs en Vorming

**Tabel 8. Aandeel van de onderwijsvormen in de schoolverlaters per STEM-categorie**

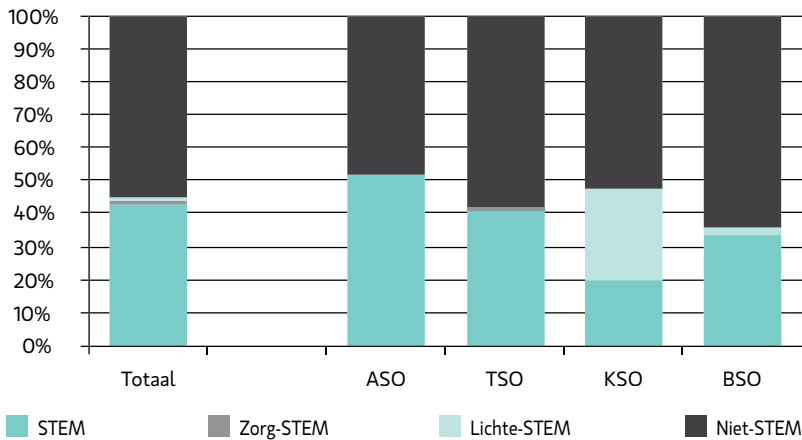
	STEM	Zorg-STEM	Lichte STEM	Niet-STEM	Totaal
ASO	50.4%	0.0%	0.0%	37.0%	42.2%
TSO	31.9%	100.0%	0.9%	35.7%	33.9%
KSO	1.1%	0.0%	56.2%	2.3%	2.5%
BSO	16.6%	0.0%	42.9%	25.0%	21.4%
<b>Totaal</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

**Tabel 9. Aandeel van de STEM-categorieën in de schoolverlaters per onderwijsvorm**

	STEM	Zorg-STEM	Lichte STEM	Niet-STEM	Totaal
ASO	51.9%	0.0%	0.0%	48.1%	100.0%
TSO	40.9%	1.2%	0.0%	57.9%	100.0%
KSO	20.0%	0.0%	27.6%	52.3%	100.0%
BSO	33.6%	0.0%	2.4%	64.0%	100.0%
<b>Totaal</b>	<b>43.4%</b>	<b>0.4%</b>	<b>1.2%</b>	<b>54.9%</b>	<b>100.0%</b>

<sup>20</sup> Tenzij anders vermeld, geldt deze bron voor alle tabellen en grafieken in dit hoofdstuk. Deze bronvermelding wordt daarom voor de volgende tabellen en grafieken niet steeds herhaald. Evenmin zullen we voor de gegevens voor het secundair onderwijs steeds vermelden dat het om de schoolverlaters van het schooljaar 2008-2009 gaat.

**Figuur 14. Aandeel van de STEM-categorieën in de schoolverlaters per onderwijsvorm**



Op basis van deze cijfers kunnen we de volgende observaties maken:

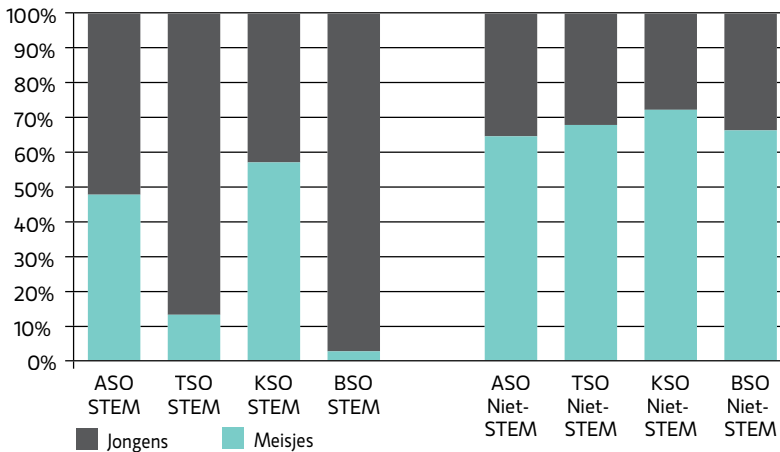
- 43,4% van de schoolverlaters uit het secundair onderwijs komt uit een STEM-richting. Dit kan als vrij behoorlijk beschouwd worden in een internationale context. Als we ook nog de lichte en zorg-STEM erbij nemen, dan komen we zelfs aan 45,1%.
- Er zijn relatief weinig leerlingen in lichte of zorg-STEM-studierichtingen in het secundair onderwijs.
- De onderwijsvormen met relatief het hoogste aantal STEM-scholieren zijn het ASO en het TSO. Dit zijn ook de richtingen waarvan de grote meerderheid van de scholieren doorstroomt naar het hoger onderwijs. In de laatste twee jaren van het ASO zit één op de twee scholieren in een STEM-richting.

### 3.1.2 Meisjes volgen nauwelijks STEM-richtingen in het TSO en BSO

50,5% van de schoolverlaters zijn meisjes en 49,5% zijn jongens. Het aandeel van de meisjes schommelt evenwel sterk naargelang de studierichting. In het totaal komen 61,6% van de Vlaamse jongens uit STEM-richtingen in het secundair onderwijs, tegenover slechts 25,7% van de meisjes (hierbij is geen rekening gehouden met lichte STEM en zorg-STEM). Anders geformuleerd: de groep van STEM-schoolverlaters bestaat voor 30% uit meisjes en 70% uit jongens. Het gendersverschil is dus al zeer aanzienlijk in het secundair onderwijs.

Ook binnen de onderwijsvormen zijn er grote verschillen, zoals geïllustreerd in de volgende grafiek (enkel voor de categorieën STEM en niet-STEM).

**Figuur 15. Aandeel van meisjes en jongens in STEM- en niet-STEM-richtingen per onderwijsvorm**





Een opvallende vaststelling is dat de STEM-studierichtingen in het BSO zo goed als volledig (97%) bevolkt worden door jongens. De STEM TSO-studierichtingen scoren slechts een klein beetje beter met 86,5 % jongens. Enkel in de STEM ASO- en KSO-studierichtingen houden jongens en meisjes elkaar in evenwicht. Dat is deels het gevolg van het feit dat meisjes relatief sterker vertegenwoordigd zijn in het ASO dan jongens.

De niet-STEM-studierichtingen met de grotere leerlingenaantallen worden voor zowat twee derde bevolkt door meisjes, nl. niet-STEM ASO: 64,8%, niet-STEM BSO: 66,5% en niet-STEM TSO: 67,8%. In principe zit het grootste groeipotentieel voor hogere participatie in STEM-richtingen in het secundair onderwijs dus vooral in het TSO en BSO, en in het bijzonder bij meisjes.

### **3.1.3 Het aantal leerlingen in STEM-studierichtingen daalt licht**

De bijlage bij het STEM-actieplan bevat een aantal statistische gegevens over de evolutie van de STEM-studiebewijzen<sup>21</sup> in het secundair onderwijs. Deze cijfers zijn overgenomen in de volgende tabel. De oude definitie van STEM-studierichtingen in deze statistieken wijkt licht af van deze die we voor ons onderzoek hebben ingevoerd. Ook de notie 'studiebewijs' is niet hetzelfde als 'schoolverlater'. In wezen verandert dit echter nauwelijks iets aan de grote trends. Het cijfer voor 2008-2009 in de volgende tabel (41,0%) verschilt weinig van de 43,4% in de nieuwe classificatie; hetzelfde geldt voor het aandeel meisjes (30,0% versus 27,3%).

<sup>21</sup> Een studiebewijs is hetzij een diploma, hetzij een studiegetuigschrift 3de graad 2de jaar in het voltijds gewoon secundair onderwijs.

**Tabel 10. Evolutie van het % studiebewijzen secundair onderwijs in STEM-richtingen (oude classificatie)**

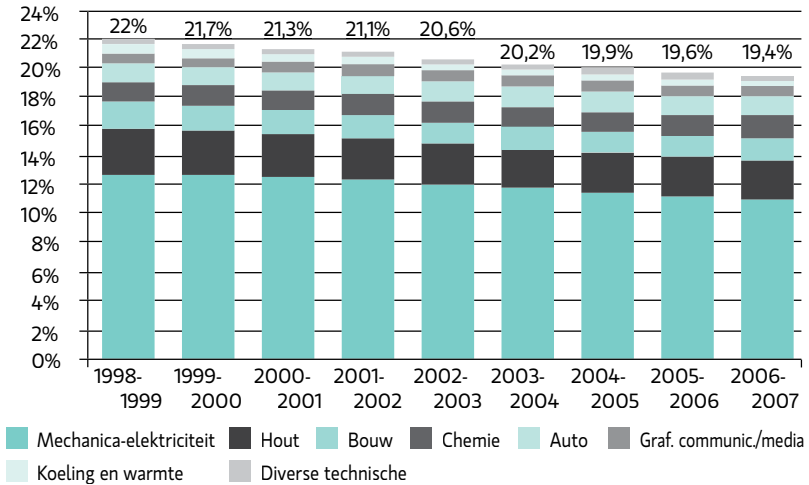
Schooljaar	% van de studiebewijzen behaald in een STEM-richting	% van de STEM-studiebewijzen behaald door meisjes
2001-2002	43,4%	28,3%
2002-2003	42,9%	28,3%
2003-2004	42,4%	28,0%
2004-2005	41,9%	27,9%
2005-2006	41,1%	27,4%
2006-2007	41,3%	27,3%
2007-2008	41,4%	27,8%
2008-2009	41,0%	27,3%
2009-2010	41,1%	27,5%

Bron: STEM-actieplan (Vlaamse Overheid 2012)

Zoals men kan observeren, is het percentage studiebewijzen behaald in een STEM-studierichting in het secundair onderwijs het vorige decennium licht gedaald. Ook het percentage meisjes in STEM-richtingen is het laatste decennium lichtjes gedaald.

Deze schijnbare stabiliteit verbergt evenwel een aantal interne verschuivingen. In 2008 werd in een rapport voor de Koning Boudewijnstichting (*Van den Berghe 2008b*) een analyse gemaakt van de evolutie van de leerlingenaantallen in een aantal 'harde' technische studierichtingen in het TSO en BSO. De resultaten daarvan zijn weergegeven in Figuur 16. Deze grafiek illustreert dat deze studierichtingen in het secundair onderwijs jaar na jaar terrein verliezen, a rato van ongeveer 0,3% van de leerlingenpopulatie per jaar. Scholen met nijverheidstechnische studierichtingen krijgen het steeds moeilijker in Vlaanderen.

**Figuur 16. Evolutie van het aandeel scholieren (2de en 3de graad) in de 'harde' technische studierichtingen in het TSO en BSO (als percentage van het totale aantal leerlingen)**



Bron: 'Vijf jaar Accent op Talent', Koning Boudewijnstichting (Van den Berghe 2008b)

### 3.2 STEM-STUDENTEN IN HET HOGER ONDERWIJS

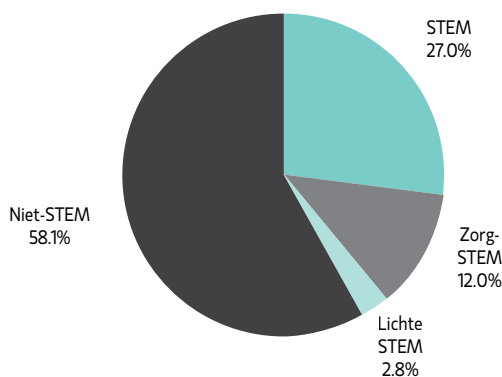
#### 3.2.1 Een kwart van de generatiestudenten kiest voor STEM

De studierichtingen in het hoger onderwijs waarin generatiestudenten<sup>22</sup> zich kunnen inschrijven, werden voor dit onderzoek eveneens ingedeeld in de vier STEM-categorieën.

<sup>22</sup> Generatiestudenten zijn studenten die zich voor de eerste maal inschrijven in het hoger onderwijs. In internationale onderwijsstatistieken wordt de term 'new entrants' gebruikt. Voor de exacte omschrijving van begrippen als 'generatiestudenten' en 'doorstromers' verwijzen we naar Addendum II, waar in detail wordt uitgelegd op welke basis de cijfers werden bekomen. In dit addendum zijn ook meer gedetailleerde verdelingen te vinden.

Na het schooljaar 2008-2009 waren er 43.733 schoolverlaters uit het Vlaamse secundair onderwijs die doorstroomden naar het Vlaamse hoger onderwijs. De verdeling naar STEM-categorieën is hiernaast weergegeven.

**Figuur 17. Verdeling van de generatiestudenten hoger onderwijs naar STEM-categorie**



Zowat zes op tien doorstromers (58,1%) kiest voor een niet-STEM-studierichting in het hoger onderwijs. Dit percentage is hoger dan het overeenkomstige percentage in het secundair onderwijs. Netto treedt er dus reeds een verlies op – dit bespreken we verderop.

Slechts één kwart (27,0 %) van deze doorstromers kiest voor een STEM-studierichting in het hoger onderwijs. Verder is er een relatief hoog percentage (12%) dat kiest voor zorg-STEM studierichtingen.

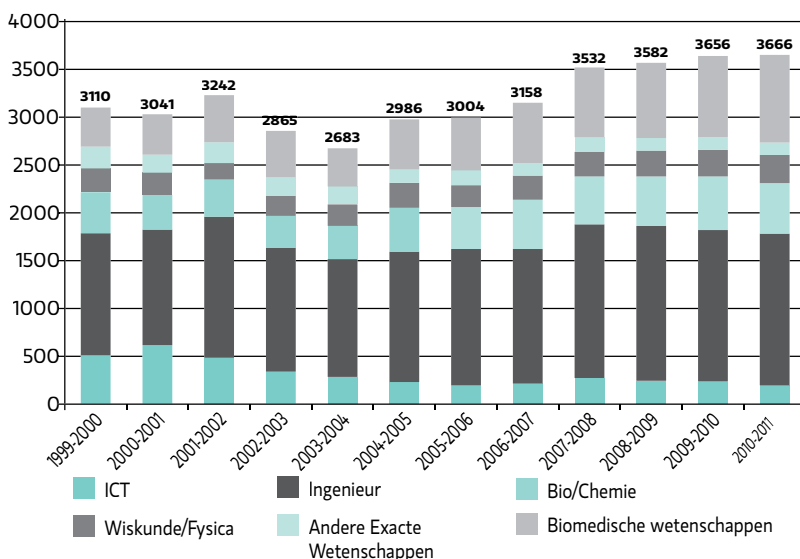
### **3.2.2 Het aantal STEM-generatiestudenten is het laatste decennium licht gestegen**

De resultaten van ons eigen onderzoek zijn een momentopname. Hoe zit het echter met de historische evolutie van deze cijfers? Is het STEM-aandeel in het hoger onderwijs stabiel of niet, en wat zijn daarbinnen de verschuivingen?


Omdat onze STEM-classificatie nieuw is, is deze vraag niet eenvoudig te beantwoorden. Een nauwkeurige analyse zou immers een retroactieve herclassificatie van onderwijsgegevens vereisen. Maar we kunnen wel een aantal benaderende vergelijkingen maken. In de VRWI-Studiereeks 21 (*VRWB 2008b*) waren een aantal tijdsreeksen te vinden over de evolutie van generatiestudenten in de exacte en toegepaste wetenschappen. We hebben met medewerking van de VRWI-staf deze tijdsreeksen aangepast en uitgebreid (op basis van oude en recente onderwijsstatistieken).

We bekijken eerst de algemene evolutie aan de universiteiten sinds 1999. In Figuur 18 is de evolutie van het aantal generatiestudenten weergegeven voor een aantal studiegebieden (waarin studierichtingen werden gegroepeerd). Deze studiegebieden komen in grote mate overeen met de nieuwe STEM-classificatie.

**Figuur 18. Evolutie van de generatiestudenten in STEM-gebieden aan de universiteiten**



Op 12 jaar tijd is het aantal generatiestudenten in de vermelde STEM-gebieden gestegen van 3.110 tot 3.666, een stijging van 18% (of 1,5% per jaar). Dit bescheiden succes dient echter onmiddellijk gerelativeerd te worden: de stijging kan bijna volledig op het conto van de groei in de opleiding biomedische wetenschappen worden geschreven, wat deels het gevolg is van het toelatingsexamen tot arts. Bovendien was de totale stijging van het aantal generatiestudenten in STEM-gebieden lager dan in andere studiegebieden. Figuur 18 toont verder aan dat het dieptepunt werd bereikt in 2003. Daarna was er gedurende enkele jaren een aanzienlijke stijging, met vanaf 2007 weer een stabilisatie van het totaal. Misschien verrassend is

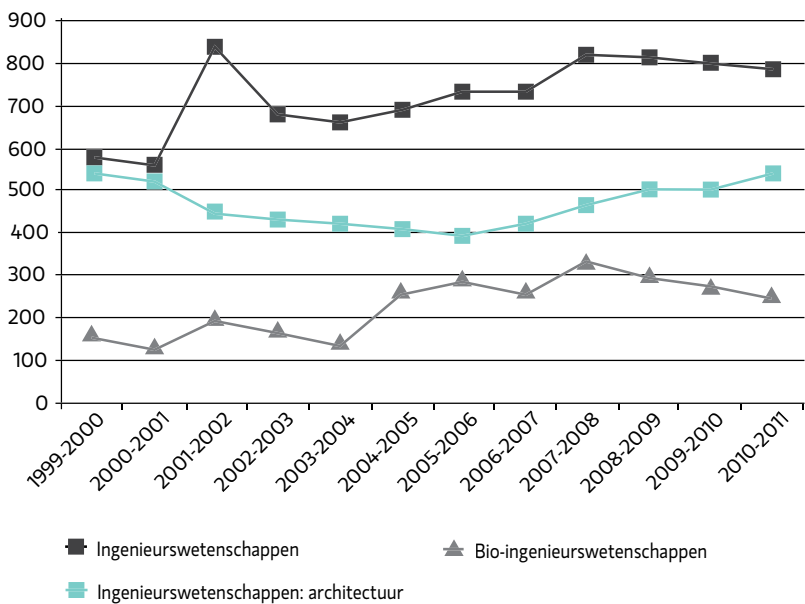


het relatief lage aantal ICT-generatie-studenten, al wordt dit deels gecompenseerd door de opties ICT binnen de opleiding burgerlijk ingenieur.

De volgende figuren bevatten een verdere opsplitsing van de generatiestudenten voor de richtingen ingenieur en exacte wetenschappen. Deze cijfers illustreren dat de bio-ingenieursstudies sinds 2005 aan populariteit winnen, maar dat er voor de studies burgerlijk ingenieur een lichte daling is vanaf 2007. Deze daling is het meest uitgesproken voor de opleiding ingenieur-architect, nadat deze tussen 1999 en 2007 sterk was gegroeid.

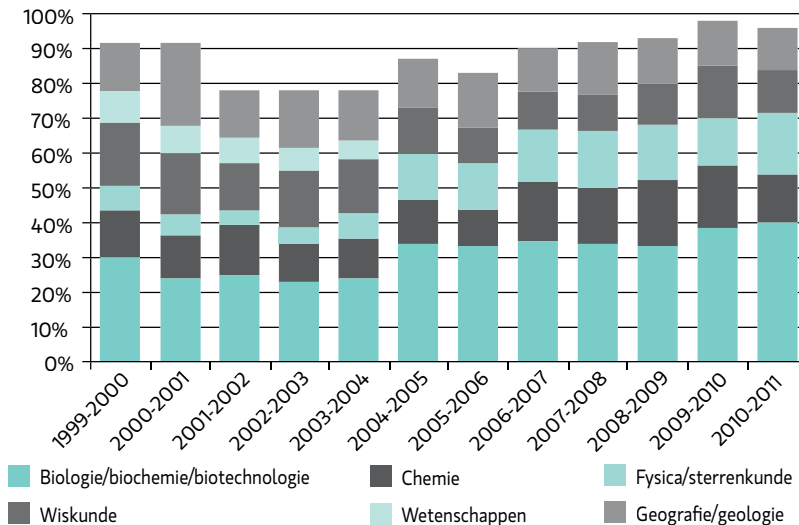
Bij de exacte wetenschappen (zonder biomedische wetenschappen) zien we een daling van het aantal generatiestudenten tussen 1999 en 2002, om dan weer in 2010 te stijgen tot het niveau van 1999 (zowat 900 generatiestudenten). Zonder de groei van de biologische studierichtingen zou er zelfs sprake zijn van een daling.

**Figuur 19. Evolutie van de generatiestudenten in de ingenieursopleidingen aan de universiteiten**





**Figuur 20. Evolutie van de generatiestudenten exacte wetenschappen aan de universiteiten**



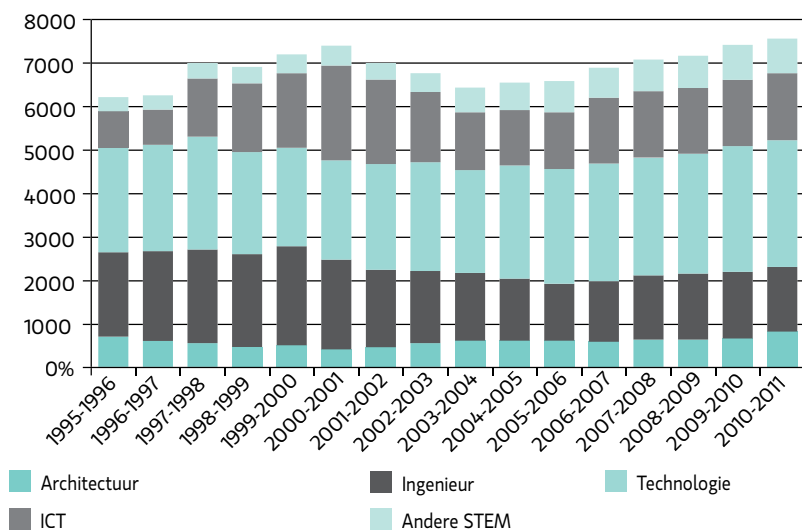
Figuur 21 toont de evolutie van de generatiestudenten in de STEM-gebieden<sup>23</sup> in de hogescholen. De tijdsreeks gaat hier langer terug, tot 1995. Analyse van deze cijfers levert de volgende bevindingen op:

- Er zijn ongeveer dubbel zo veel STEM-generatiestudenten aan de hogescholen als aan de universiteiten.
- Sinds 2003 is er sprake van een gestage stijging, nadat er een daling was geweest sinds 2000.
- De ICT-opleidingen en de opleiding industrieel ingenieur kenden een aanzienlijke daling, maar stabiliseren zich enigszins sinds 2007.

<sup>23</sup> We zijn hierbij afgeweken van de klassieke studiegebieden in de hogescholen, o.m. door alle ICT-opleidingen te groeperen. 'Technologie' omvat dus minder studenten dan het studiegebied 'Industriële wetenschappen'.

Overigens dient vermeld te worden dat de opleidingen ICT ook in het buitenland de STEM-opleidingen zijn die de grootste fluctuaties kennen aan studentenaantallen.

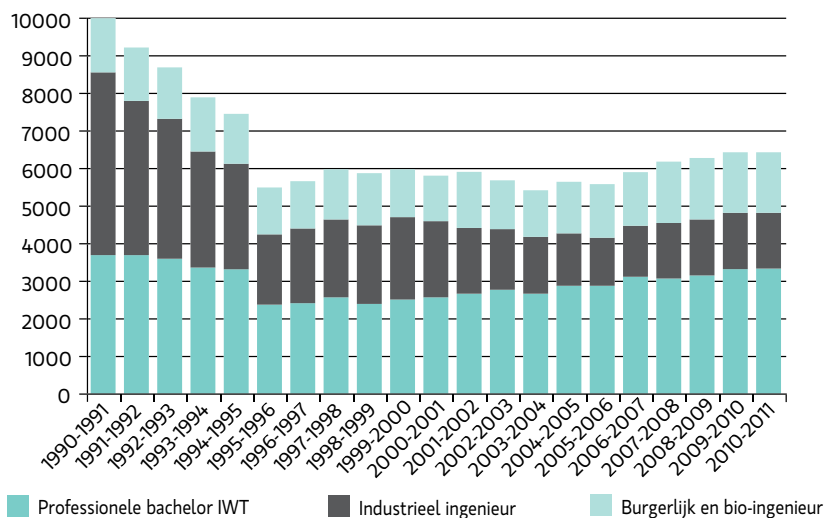
**Figuur 21. Evolutie van de generatiestudenten in STEM-studiegebieden aan hogescholen**



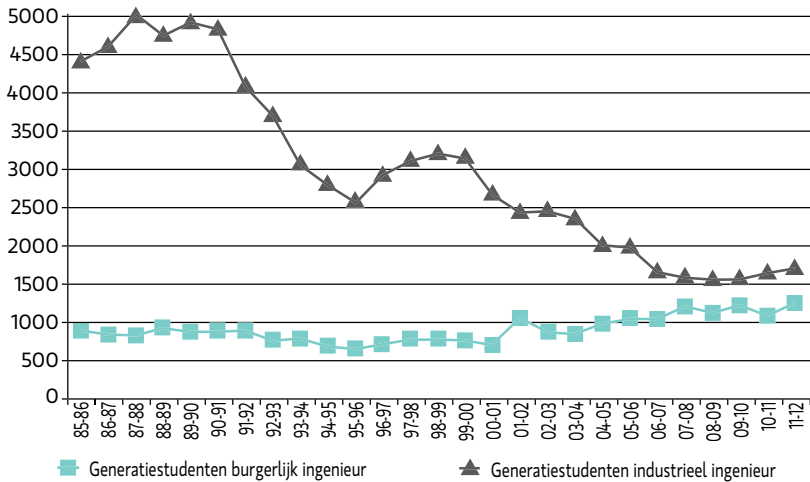
Zoals eerder vermeld behoren technische kwalificaties tot de grootste knelpunten op de arbeidsmarkt. Voor het hoger onderwijs gaat dit vooral om diploma's uit de studiegebieden industriële wetenschappen in de hogescholen, en ingenieurswetenschappen en bio-ingenieurswetenschappen in de universiteiten. Figuur 22 illustreert dat het totaal aantal generatiestudenten in deze opleidingen al vijftien jaar nauwelijks evolueert. De toenemende vraag op de arbeidsmarkt heeft dus weinig invloed gehad op de keuzepatronen van studenten. Al merken we toch sinds

enkele jaren dat er, globaal genomen, sprake is van een stijging. Maar deze stijging is zeker niet voldoende om de knelpunten op de arbeidsmarkt weg te werken.

Ook de enorme daling van het aantal generatiestudenten industrieel ingenieur in de eerste helft van de jaren 90 dient te worden vermeld. Op het einde van de jaren 90 waren er bijna 5.000 generatiestudenten industrieel ingenieur, vijf keer zo veel als bij de burgerlijke ingenieurs. Momenteel zijn de studentenaantallen in het eerste jaar van dezelfde grootteorde. De dramatische terugval van de interesse voor de studies industrieel ingenieur wordt ook geïllustreerd in een grafiek van Agoria die het aantal nieuwe inschrijvingen voor ingenieursstudies (zonder bio-ingenieur) aangeeft over een nog langere periode (Figuur 23). We merken daarbij nog op dat bij studenten burgerlijk ingenieur het slaagpercentage gedaald is (door de afschaffing van het toelatingsexamen), waardoor er ondanks de stijging van het aantal generatiestudenten nauwelijks meer gediplomeerden zijn dan vroeger. Bij de studenten industrieel ingenieur is het aantal gediplomeerden dan weer wat hoger dan men zou verwachten op basis van het aantal generatiestudenten omdat er heel wat instroom is van studenten met professionele bachelordiploma's of van studenten die de opleiding burgerlijk ingenieur niet voltooid hebben.

**Figuur 22. Evolutie van de generatiestudenten in technische/industriële richtingen**

**Figuur 23. Evolutie van de generatiestudenten industrieel en burgerlijk ingenieur**



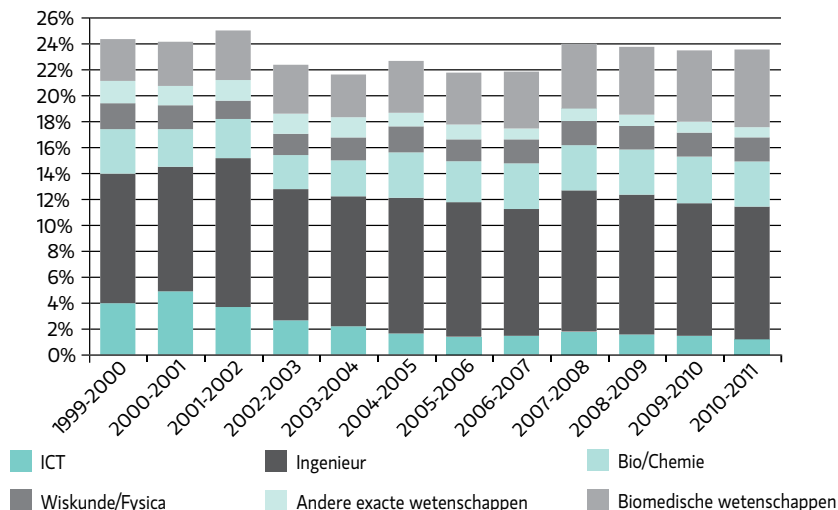
Bron: Agoria Vlaanderen

### 3.2.3 Het aandeel van de STEM daalt de laatste jaren licht bij de generatiestudenten

De analyse in de vorige paragraaf gaat voorbij aan het feit dat in de beschouwde periode de studentenaantallen in de universiteiten en hogescholen sterk gestegen zijn. Zo steeg bij de universiteiten het aantal generatiestudenten van 12.771 in 1999 tot 15.581 in 2010, een stijging van 22%. Dit stijgingspercentage was hoger dan dat van de besproken STEM-gebieden (18%). In de hogescholen was de stijging iets minder uitgesproken: van 26.746 in 1999 tot 30.126 in 2010 (een stijging van 12%). Het gaat hier steeds om de aantallen generatiestudenten; de totale aantallen studenten kenden een sterkere stijging.

Aan de universiteiten heeft het aandeel van de STEM-generatiestudenten onder het totale aantal generatiestudenten de voorbije 12 jaar gefluctueerd tussen 21,6% (2003) en 25,0% (2001). De laatste jaren daalt het aandeel weer lichtjes (zie Figuur 24). In 2010 was het 23,5%. Zonder de richting biomedische wetenschappen (die vroeger niet als STEM-richting werd beschouwd) bedroeg het percentage 17,6%. De studierichting biomedische wetenschappen is de enige sterke stijger: van 3,2% van de generatiestudenten in 1999 tot 6,0% in 2010. Deze richting wordt in grote mate bevolkt door meisjes.

**Figuur 24. Evolutie van het aandeel STEM-generatiestudenten aan universiteiten**

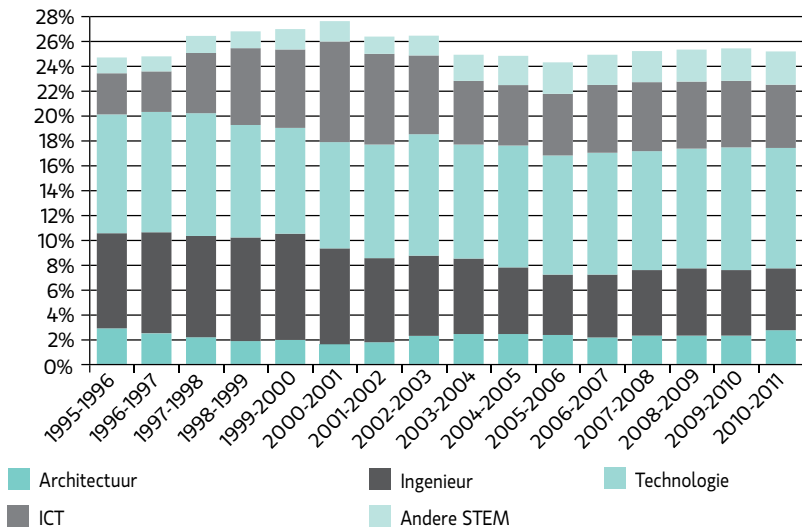


Figuur 25 bevat gegevens over de evolutie van het aandeel van STEM-generatiestudenten aan hogescholen over de periode 1995 – 2010. Binnen die periode fluctueert het aandeel sterk, met een piek van 25,0% in 2001 en een dalende trend daarna.

tueerde het STEM-aandeel tussen 24,3% (2005) en 27,7% (2000). De laatste jaren is er globaal genomen sprake van stabilisatie of lichte daling, en dit voor zowat alle vermelde clusters van studierichtingen.

Ook al wijkt de gebruikte STEM-classificatie in deze grafieken licht af van de nieuwe classificatie, de grote tendensen worden hierdoor niet beïnvloed. We mogen besluiten dat de laatste jaren de STEM-richtingen goed standhouden aan de universiteiten en hogescholen, maar dat er geen sprake was van een stijging, zoals die in sommige andere landen wel merkbaar was. Initiatieven die de jongste jaren werden genomen om meer jongeren te sensibiliseren voor STEM-richtingen hebben dus tot hiertoe nog weinig effect gehad – of hebben mogelijk een negatieve trend enkel een halt toegeeroepen.

**Figuur 25. Evolutie van het aandeel STEM-generatiestudenten aan hogescholen**



### 3.2.4 Eén afgestudeerde op 5 haalt een STEM-diploma

Statistieken vanuit het Vlaams Ministerie van Onderwijs en Vorming voor het academiejaar 2008-2009 (bron: STEM-actieplan) geven volgende kerncijfers m.b.t. het aantal hogere STEM-gediplomeerden (oude definitie, o.a. zonder zorg-STEM):

- 11.096 STEM-gediplomeerden in het hoger onderwijs
- 19,0% van de gediplomeerden van hogescholen en universiteiten heeft een STEM-diploma
- 27,3% van de STEM-gediplomeerden is een vrouw
- per leeftijdscategorie<sup>24</sup> van 100 personen worden er 14,2 hogere STEM-diploma's uitgereikt.

Het wekt misschien verbazing dat enerzijds 27% van de leerlingen doorstroomt naar STEM-richtingen in het hoger onderwijs (zie hoger) maar dat we anderzijds iets minder dan 20% STEM-gediplomeerden hebben. Een wetenschappelijke analyse van de oorzaken van dit grote verschil lag buiten het bestek van deze studie. We vermoeden dat dit verschil grotendeels kan verklaard worden door twee factoren: enerzijds de invoering van de nieuwe STEM-classificatie (waarbij o.m. Biomedische Wetenschappen bij de STEM-richtingen werd ingedeeld) en anderzijds het afhaken van STEM-studenten tijdens de studies<sup>25</sup>. We mogen dus aannemen dat er doorheen het hoger onderwijs een verlies optreedt in de cohorten STEM-studenten en in het relatief aandeel van STEM. Dit is ook in andere landen het geval. Duitse cijfers (*Leerhoff 2012*) geven aan dat 38% van de studenten die starten in het hoger onderwijs MINT<sup>26</sup>-studenten zijn, maar slechts 34% van de gediplomeer-

<sup>24</sup> De exacte omschrijving is 'Het aantal STEM-diploma's per 1000 personen in de leeftijdscategorie 20-29'.

<sup>25</sup> Uit de analyse van onze gegevens blijkt dat in het tweede jaar hoger onderwijs het percentage STEM-studenten afkomstig uit het Vlaams secundair onderwijs al gedaald was tot 23,5%, tegenover 27,0% in het eerste jaar.

<sup>26</sup> De definitie van MINT in deze cijfers is wat ruimer dan die van STEM in internationale statistieken (bevat o.m. handelswetenschappen en architectuur); vandaar dat de cijfers wat hoger zijn dan andere cijfers over Duitsland die in dit rapport voorkomen, waaronder die in Tabel 11.



den zijn MINT-geëdiplomeerden. In Zwitserland blijkt 8% van de STEM-studenten te switchen naar een andere studierichting (Wirth 2010).

In de volgende tabel vergelijken we Vlaamse STEM-cijfers (oude classificatie) voor 2009 met enkele Europese landen met vergelijkbaar ontwikkelingsniveau als Vlaanderen.

**Tabel 11. Vergelijking van Vlaamse STEM-indicatoren met deze uit enkele Europese landen (2009)**

	% STEM onder de hoger geëdiplomeerden	% hogere STEM-diploma's per leeftijdscohort
Vlaanderen	19,0%	14,2 %
België	16,9%	12,0%
Nederland	14,1%	8,9%
Duitsland	24,8%	13,5%
Frankrijk	26,2%	20,2%
Verenigd Koninkrijk	21,9%	17,5%
Finland	28,2%	19,0%
Zweden	24,2%	13,0%
Oostenrijk	28,7%	14,0%
Zwitserland	21,7%	18,1%

Bron: STEM-actieplan (Vlaamse Overheid 2012)

Van de landen die in de tabel werden opgenomen, doen voor de eerste indicator – het percentage STEM-diploma's onder het totale aantal diploma's – enkel Nederland het minder goed dan Vlaanderen en België. Uit de vergelijking van de Vlaamse en de Belgische cijfers kunnen we ook afleiden dat de Franstalige Gemeenschap nog slechter scoort dan de Vlaamse. Maar hoe dan ook bingelen we dus aan de staart. Dat was ook al duidelijk uit Tabel 4 in hoofdstuk 2. Vlaanderen situeert

zich wel op een middenpositie waar het gaat om het aantal STEM-diploma's per leeftijdcohort. Ook dat bleek reeds in Figuur 4. Beide indicatoren geven echter wel aan dat er nog ruimte is voor groei aan STEM-geëdiplomeerden in het hoger onderwijs. Gelet op de stabilisatie van de aantallen generatiestudenten en de demografische evoluties zal het echter allesbehalve evident zijn om nog een grote stijging te realiseren.

### **3.2.5 Evoluties en te verwachten evoluties in het aantal hogere STEM-geëdiplomeerden**

De lichte stijging in de absolute aantallen STEM-generatiestudenten van de voorbije jaren (en in het bijzonder de eerste helft van het vorige decennium) zou zich in principe enkele jaren later ook moeten vertalen in een stijging van het aantal STEM-geëdiplomeerden.

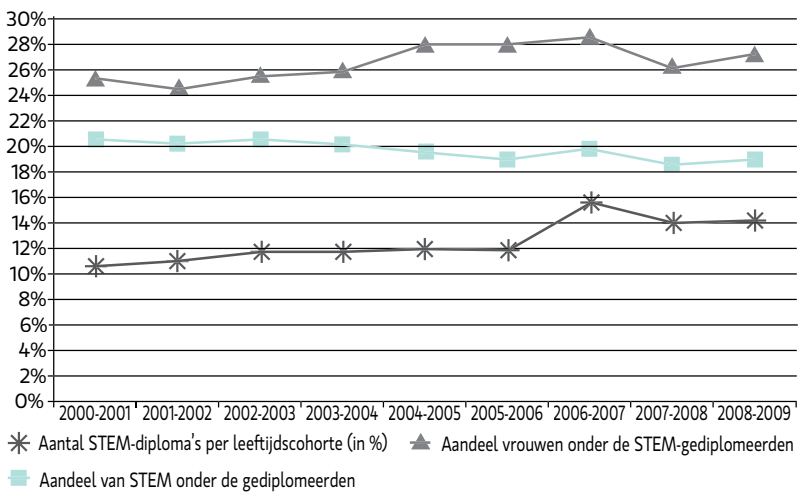
Dat blijkt ook het geval te zijn. In absolute cijfers steeg het aantal hogere STEM-geëdiplomeerden in Vlaanderen tussen 2001 en 2009 van 8.201 tot 11.096. Deze cijfers zijn gebaseerd op de oude STEM-classificatie en afkomstig uit het STEM-actieplan. Met de nieuwe classificatie zouden de cijfers wellicht iets hoger zijn. De absolute groei van het aantal STEM-geëdiplomeerden is een exponent van de expansie van het hoger onderwijs in het voorbije decennium.

Figuur 26 bevat drie indicatoren met betrekking tot de evolutie van het aantal STEM-geëdiplomeerden (eveneens oude definitie):

- De eerste indicator is het aantal hogere STEM-diploma's per leeftijdcohort (in %). Zoals men kan zien, is dit aandeel het vorige decennium gestegen (van 10,6% naar 14,2%). De tijdelijke piek in 2007 heeft te maken met de invoering van de BaMa-structuur, waardoor er een breuk is in de trendreeksen.

- De tweede indicator is het aandeel van de STEM-diploma's onder de hoger gediplomeerden. Dit is ongeveer 20%, en is licht gedaald het afgelopen decennium.
- De derde indicator is het aandeel van de vrouwen onder de hoger STEM-gediplomeerden. Dit situeert zich rond de 26%, en is in de periode 2000-2010 licht gestegen.

**Figur 26. Evolutie van enkele indicatoren over hogere STEM-gediplomeerden**



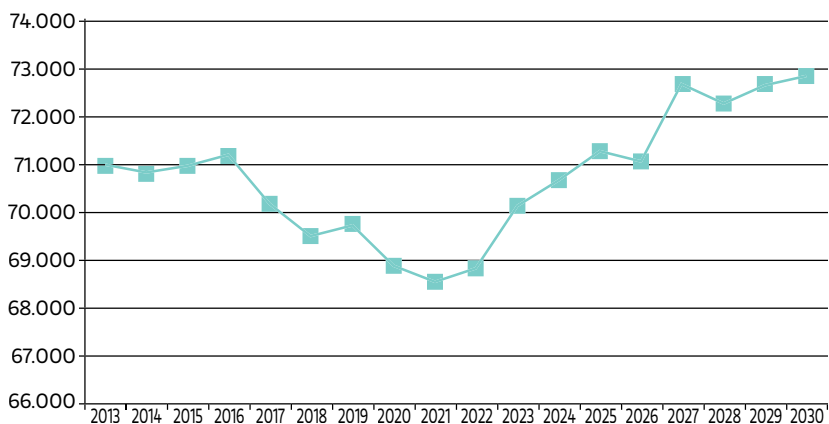
Bron: STEM-actieplan (Vlaamse Overheid 2012)

De stabilisatie van het aantal STEM-generatiestudenten maakt het aannemelijk dat het aantal STEM-gediplomeerden – in absolute cijfers en per leeftijdscohort, de komende jaren niet verder meer zal stijgen bij ongewijzigd beleid en context. Een daling is zelfs niet uit te sluiten. Inzake de doorstroom van het secundair onderwijs naar het hoger onderwijs zitten we mogelijk aan een saturatieniveau.

Bovendien ziet het er naar uit dat de komende jaren het aantal 18-jarigen zal dalen. Prognoses geven aan dat het aantal 18-jarigen in 2022 een dieptepunt zal bereiken en ten vroegste rond 2025 weer op het huidig niveau zal komen (zie Figuur 27).

Het aantal STEM-ge diplomaerden kan dus enkel aanzienlijk toenemen als meer jongeren kiezen voor STEM-studierichtingen in plaats van voor niet-STEM-studierichtingen – en als deze jongeren hun studies succesvol afsluiten. Het enige andere alternatief is het aantrekken van grote aantallen buitenlandse studenten (zie verder sectie 3.6).

**Figuur 27. Prognose van het aantal 18-jarigen in Vlaanderen (zonder Brussel)**



Bron: SVR- Bevolkingsprojecties 2009-2030 (Vobip website Vlaamse overheid)

### 3.3 DE DOORSTROOM VAN HET SECUNDAIR NAAR HET HOGER ONDERWIJS

#### 3.3.1 7 op 10 gedipomeerden uit het secundair onderwijs gaan naar het hoger onderwijs

In het kader van dit onderzoek voerden we een grondige analyse uit van de 'STEM-doorstroom' vanuit het secundair naar het hoger onderwijs. Het hoofddoel was na te gaan hoe schoolverlaters uit STEM- en niet-STEM-studierichtingen doorstomen naar STEM- en niet-STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs.

We maakten daarbij gebruik van de databank van het Ministerie van Onderwijs en Vorming met de 17-jarige (en oudere) schoolverlaters uit de 3de graad van het voltijds gewoon secundair onderwijs na het schooljaar 2008-2009. Dit is een populatie van meer dan 63.000 unieke personen. Aan deze database werden de corresponderende studentgegevens uit het hoger onderwijs gekoppeld. Gedetailleerde informatie over dit onderzoek is gegeven in Addendum II. In de volgende paragrafen zullen we de belangrijkste bevindingen samenvatten.

Uit onze analyses blijkt dat 88,8% van de populatie schoolverlaters een diploma secundair onderwijs had gehaald en nog eens 4,3% een studiegetuigschrift secundair onderwijs (2de jaar 3de graad bso). 6,9% van de Vlaamse scholieren verliet het voltijds gewoon secundair onderwijs dus zonder diploma of getuigschrift secundair onderwijs.

Niet minder dan 69,1% van de Vlaamse schoolverlaters uit het gewoon voltijds secundair onderwijs schreef zich vervolgens in, soms na een sabbatjaar, in het

hoger onderwijs in Vlaanderen. 30,1% van de schoolverlaters in het voltijds secundair onderwijs studeert niet verder in het Vlaams hoger onderwijs. Voor een deel (11,2%) is dit omdat ze het secundair onderwijs verlaten zonder diploma secundair onderwijs en dus in Vlaanderen geen toegang hebben tot het hoger onderwijs. Maar er zijn ook scholieren met een diploma secundair onderwijs op zak (18,9% van de totale populatie) die niet verder studeren in het (Vlaams) hoger onderwijs. Van de scholieren die een STEM-studierichting gevolgd hebben in het secundair onderwijs stroomde 71,7% door, wat iets hoger is dan het doorstroompercentage van scholieren in andere studierichtingen.

Te noteren valt nog dat een klein maar onbekend deel van de scholieren verder studeert aan Franstalige of buitenlandse universiteiten en hogescholen<sup>27</sup>, waardoor het effectieve doorstroompercentage naar het hoger onderwijs wellicht de 70% overstijgt (voor leerlingen uit het gewoon voltijds secundair onderwijs).

### **3.3.2 Drie STEM-scholieren op de tien kiezen voor niet-STEM in het hoger onderwijs**

De verdeling van de doorstroom van scholieren van het secundair naar het hoger onderwijs, ingedeeld op basis van de STEM-categorieën, is aangegeven in Tabel 12, Tabel 13 en Tabel 14. Een deel van de cijfers in de laatste tabel<sup>28</sup> is ook grafisch weergegeven in Figuur 28.

<sup>27</sup> Ter illustratie: in het academiejaar 2006-2007 studeerden aan Nederlandse hogescholen en universiteiten meer dan 1.000 in Vlaanderen wonende Vlaamse studenten (*MOV/MOCW 2008*). Het mag worden aangenomen dat van deze groep de grote meerderheid secundair onderwijs in Vlaanderen had gevolgd.

<sup>28</sup> In deze en volgende tabellen en figuren worden vaak de afkortingen SO (= secundair onderwijs) en HO (= hoger onderwijs) gebruikt.

**Tabel 12. Doorstroom van leerlingen van SO naar HO per STEM-categorie**

	<b>STEM HO</b>	<b>Zorg-STEM HO</b>	<b>Lichte STEM HO</b>	<b>Niet-STEM HO</b>	<b>Totaal</b>
STEM SO	9.888	2.837	1.042	5.957	<b>19.724</b>
Zorg-STEM SO	65	22	0	33	<b>120</b>
Lichte STEM SO	97	9	6	289	<b>401</b>
Niet-STEM SO	1.761	2401	186	19.140	<b>23.488</b>
<b>Totaal</b>	<b>11.811</b>	<b>5.269</b>	<b>1.234</b>	<b>25.419</b>	<b>43.733</b>

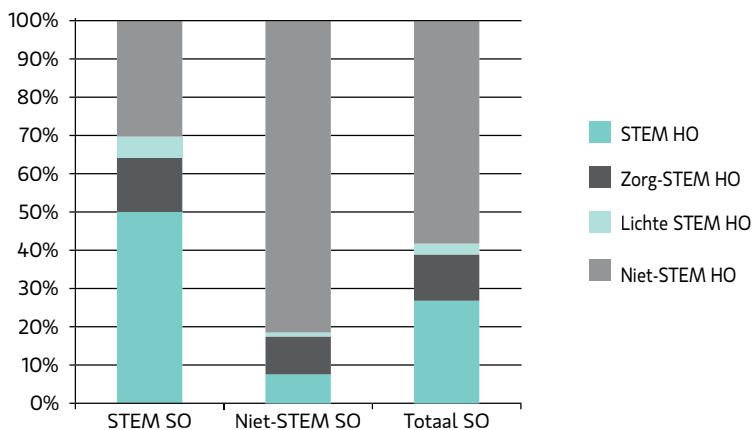
**Tabel 13. Verdeling van de STEM-SO-afkomst van instromers in het HO per STEM-categorie**

	<b>STEM HO</b>	<b>Zorg-STEM HO</b>	<b>Lichte STEM HO</b>	<b>Niet-STEM HO</b>	<b>Totaal</b>
STEM SO	83,7%	53,8%	84,4%	23,4%	<b>45,1%</b>
Zorg-STEM SO	0,6%	0,4%	0,0%	0,1%	<b>0,3%</b>
Lichte STEM SO	0,8%	0,2%	0,5%	1,1%	<b>0,9%</b>
Niet-STEM SO	14,9%	45,6%	15,1%	75,3%	<b>53,7%</b>
<b>Totaal</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

**Tabel 14. Verdeling van de SO-doorstromers (per STEM-categorie) naar STEM-HO-categorie**

	STEM HO	Zorg-STEM HO	Lichte STEM HO	Niet-STEM HO	Totaal
STEM SO	50,1%	14,4%	5,3%	30,2%	100,0%
Zorg-STEM SO	54,2%	18,3%	0,0%	27,5%	100,0%
Lichte STEM SO	24,2%	2,2%	1,5%	72,1%	100,0%
Niet-STEM SO	7,5%	10,2%	0,8%	81,5%	100,0%
<b>Totaal</b>	<b>27,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>2,8%</b>	<b>58,1%</b>	<b>100,0%</b>

**Figuur 28. Verdeling van de doorstroom vanuit secundair onderwijs (STEM en niet-STEM) naar STEM, zorg-STEM, lichte STEM en niet-STEM in het hoger onderwijs**





De belangrijkste bevindingen met betrekking tot de doorstroompatronen die we uit deze cijfers kunnen afleiden zijn de volgende:

- De helft van de scholieren die in het secundair onderwijs een STEM-studierichting volgen en doorstromen naar het HO, kiest voor een STEM-studierichting in het hoger onderwijs. Drie op de tien gaan verloren voor STEM en kiezen een niet-STEM richting.
- Een grote groep scholieren (14,4 %) die in het secundair onderwijs een STEM-studierichting volgen en doorstromen naar het hoger onderwijs, kiest voor een zorg-STEM-studierichting (bvb. geneeskunde, verpleegkunde, farmacie,...).
- Vier van de vijf niet-STEM scholieren in het secundair onderwijs kiezen voor een niet-STEM richting in het hoger onderwijs. Toch kiest 7,5% van deze leerlingen voor een STEM-studierichting in het HO en nog eens 10,2% voor een zorg-STEM-studierichting.
- Drie vierde van de scholieren met lichte STEM in het secundair onderwijs kiest voor niet-STEM richtingen.
- 83,7% van de studenten die instromen in de STEM-richtingen hoger onderwijs is afkomstig van STEM-studierichtingen in het secundair onderwijs; 14,9% is afkomstig uit niet-STEM-richtingen.
- De afkomst van de studenten in de zorg-STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs is ongeveer evenredig verdeeld tussen STEM- en niet-STEM-studierichtingen in het secundair onderwijs (respectievelijk 53,8% en 45,6%).
- De lichte STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs trekken vooral (84,4%) studenten aan die STEM-studierichtingen volgden in het secundair onderwijs.
- De niet-STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs worden vooral bevolkt door studenten die niet-STEM-richtingen volgden in het secundair onderwijs

(75,3%); toch komt bijna één op vier (23,4%) uit een STEM-richting in het secundair onderwijs.

De belangrijkste vaststelling is de onderbenutting of zelfs het verlies van 30% bij de STEM-scholieren in het secundair onderwijs (die niet meer kiezen voor STEM in het hoger onderwijs). Dat er een dergelijk verlies is, mag uiteraard niet verrassen, aangezien in het ASO de meeste STEM-richtingen naast STEM ook een ander zwaartepunt hebben (klassieke talen, moderne talen, economie of sport).

Tegenover dit verlies staat wel een kleine 'winst': een klein deel van de niet-STEM-leerlingen in het secundair onderwijs kiest toch voor STEM in het hoger onderwijs. Het totale saldo is echter wel negatief, zelfs als we zorg-STEM-richtingen mee in rekening zouden brengen.

We verwijzen in dit verband ook naar de resultaten van de IST-studie (*Lauwers et al. 2012*), waarbij vastgesteld werd dat sommige scholieren finaal in het hoger onderwijs een andere studierichting kozen dan ze eerst van plan waren. Er blijken meer scholieren te zijn die tijdens dat proces van STEM naar niet-STEM omschakelen dan omgekeerd. De belangrijkste redenen voor de switch bleken te zijn dat de studenten niet geslaagd waren voor het toelatingsexamen geneeskunde of dat ze vreesden onvoldoende voorkennis van exact wetenschappelijke vakken te hebben.

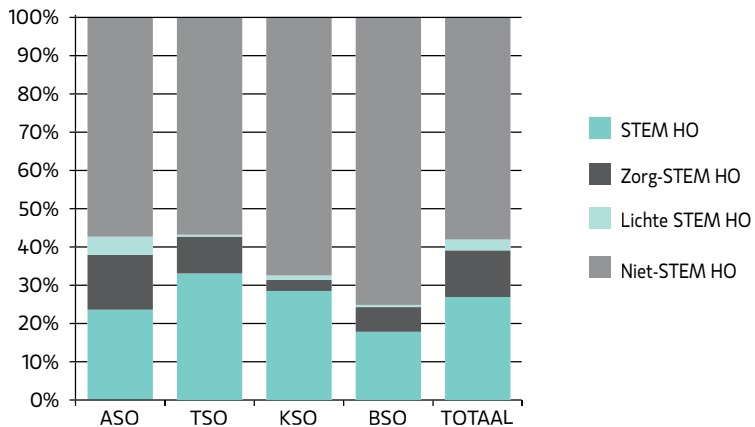
### **3.3.3 De helft van de STEM-instroom in het hoger onderwijs komt uit het ASO**

Tabel 15 en Figuur 29 bevatten gegevens over de doorstroomcijfers van scholieren uit de verschillende onderwijsvormen (ASO, TSO, KSO en BSO) naar de studierichtingen in het hoger onderwijs, verdeeld naar STEM-categorie.

**Tabel 15. Aantal scholieren dat doorstroomt vanuit de onderwijsvormen naar het hoger onderwijs**

	STEM HO	Zorg-STEM HO	Lichte STEM HO	Niet-STEM HO	Totaal
ASO	5.912	3.573	1.177	14.243	<b>24.905</b>
TSO	5.214	1.544	34	8.945	<b>15.737</b>
KSO	342	33	15	807	<b>1.197</b>
BSO	343	119	8	1.424	<b>1.894</b>
<b>Totaal</b>	<b>11.811</b>	<b>5.269</b>	<b>1.234</b>	<b>25.419</b>	<b>43.733</b>

**Figuur 29. Verdeling van doorstromers SO (per onderwijsvorm) naar STEM-categorie HO**



De belangrijkste vaststellingen op basis van deze gegevens zijn de volgende:

- 56,9% van de instroom in het hoger onderwijs komt uit het ASO en 36,0% uit het TSO.
- De helft van de generatiestudenten in het STEM hoger onderwijs komt uit het ASO (50,1%). Een bijna even grote groep komt uit het TSO (44,1%). Het aantal studenten dat instroomt vanuit het BSO of KSO is beperkt.
- Bij de zorg-STEM-studierichtingen in het hoger onderwijs maken de instromers uit het ASO meer dan twee derde van de generatiestudenten uit (67,8%).
- De studenten in de lichte STEM-richtingen in het hoger onderwijs komen nagenoeg uitsluitend (95,4%) uit het ASO.
- Omgekeerd zien we dat minder dan een kwart van de ASO-doorstromers (23,7%) kiest voor een STEM-studierichting in het HO. Voor het TSO is dit één op drie (33,1%).
- Er zijn in relatieve termen meer studenten uit het KSO (28,6%) die kiezen voor STEM in het hoger onderwijs dan in het ASO, maar in absolute termen stelt dit niet zo veel voor (342 personen).
- Drie vierde van de BSO-leerlingen (75,2%) die doorstromen naar het hoger onderwijs kiest voor een niet-STEM-richting.

### 3.4 DE DOORSTROMING VAN DE STEM-SCHOLIEREN NAAR HET HOGER ONDERWIJS

#### 3.4.1 Van STEM naar STEM

Zoals we hoger al aangaven, kiest slechts de helft van de STEM-leerlingen uit het secundair onderwijs voor een STEM-richting in het hoger onderwijs. Dit percentage varieert evenwel tussen onderwijsvormen en studierichtingen.

In het ASO is er zelfs maar één STEM-studierichting waarvan meer dan de helft van de leerlingen kiest voor een STEM-richting in het hoger onderwijs, met name wetenschappen-wiskunde (zie volgende tabel). Het is niet enkel de grootste STEM-richting in het ASO, maar ook deze die inhoudelijk het meest 'STEM-uitgesproken' is.

**Tabel 16. Aantal schoolverlaters per STEM-studierichting in het ASO en percentage dat daarvan doorstroomt naar een STEM-richting in het hoger onderwijs**

Studierichting ASO	Aantal schoolverlaters	% van de schoolverlaters dat instroomt in STEM HO
Wetenschappen-wiskunde	5.286	<b>56,1%</b>
Grieks-wiskunde	212	<b>42,9%</b>
Latijn-wiskunde	2.110	<b>35,9%</b>
Moderne talen-wetenschappen	1.915	<b>27,3%</b>
Latijn-wetenschappen	1.255	<b>26,3%</b>
Grieks-wetenschappen	61	<b>24,6%</b>
Wetenschappen-sport	426	<b>23,0%</b>
Moderne talen-wiskunde	333	<b>20,4%</b>
Economie-wiskunde	1.364	<b>15,5%</b>

Voor het TSO liggen de resultaten beter. De STEM-richtingen waarvan meer dan 40% van de studenten kiest voor een STEM-richting in het hoger onderwijs zijn vermeld in de Tabel 17 (de informatie over de andere studierichtingen is te vinden in Addendum II).

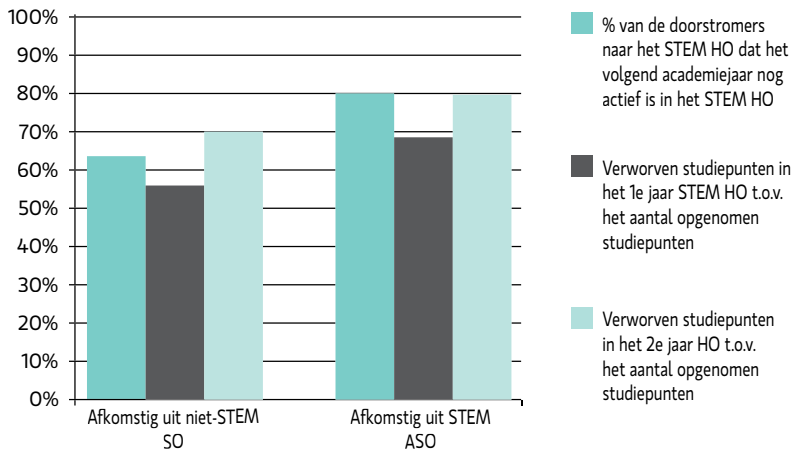
**Tabel 17. Aantal schoolverlaters per STEM-studierichting in het TSO en percentage dat daarvan doorstroomt naar een STEM-richting in het hoger onderwijs**

<b>Studierichting TSO (STEM)</b>	<b>Aantal schoolverlaters</b>	<b>% van de schoolverlaters dat instroomt in STEM HO</b>
Industriële wetenschappen	643	<b>86,5%</b>
Elektriciteit-elektronica	360	<b>80,3%</b>
Bouw- en houtkunde	105	<b>78,1%</b>
Elektromechanica	929	<b>74,9%</b>
Chemie	213	<b>74,2%</b>
Industriële ICT	118	<b>73,7%</b>
Techniek-wetenschappen	733	<b>66,8%</b>
Biotechnische wetenschappen	243	<b>66,3%</b>
Informaticabeheer	701	<b>63,2%</b>
Landbouwtechnieken	54	<b>55,6%</b>
Multimediatechnieken	224	<b>54,9%</b>
Tuinbouwtechnieken	170	<b>47,1%</b>
Elektrische installatietechnieken	673	<b>42,3%</b>

In de marge hiervan merken we nog op dat er in 2008-2009 ook 698 scholieren uit niet-STEM-richtingen in het TSO doorstroomden naar een STEM-richting in het hoger onderwijs.

Uit onze analyses blijkt verder dat STEM-scholieren uit het secundair onderwijs die kiezen voor een STEM-richting in het hoger onderwijs, het in die richtingen beter doen dan de studenten die afkomstig zijn uit niet-STEM-richtingen in het secundair onderwijs. De STEM-studenten uit het STEM secundair onderwijs blijven langer in het STEM hoger onderwijs (waardoor hun proportie binnen het STEM hoger onderwijs stijgt) en ze verwerven er ook meer studiepunten, zowel in het eerste als in het volgende academiejaar (zie Figuur 30).

**Figuur 30. Vergelijking van studiesucces in STEM HO i.f.v. afkomst secundair onderwijs**



### 3.4.2 Van STEM naar zorg-STEM

Een belangrijk deel van de leerlingen uit het STEM secundair onderwijs kiest voor een zorg-STEM-studierichting in het hoger onderwijs. Deze leerlingen zijn in zeer hoge mate (92,4%) afkomstig uit het STEM ASO. Het gaat vooral om de STEM SO studierichtingen aangegeven in Tabel 18. Op techniek-wetenschappen na (TSO) zijn het allemaal ASO-studierichtingen.

**Tabel 18. STEM-SO-studierichtingen die zorgen voor de grootste instroom in zorg-STEM HO**

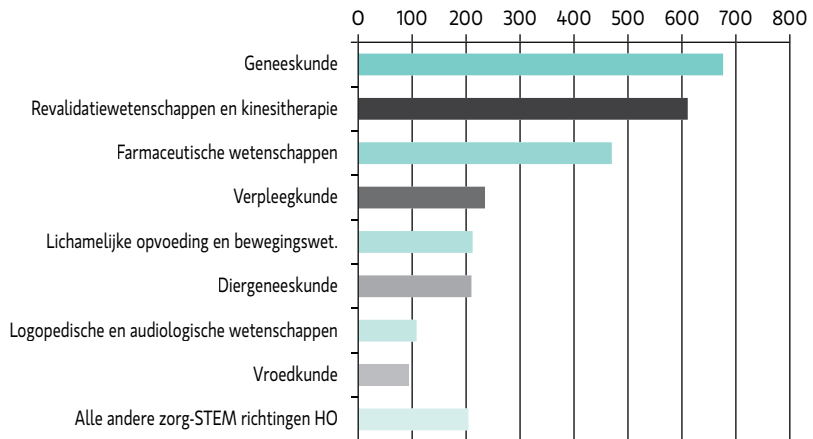
	<b>Aantal instromers</b>	<b>Relatief aandeel</b>
Wetenschappen-wiskunde	1.108	<b>39,1%</b>
Latijn-wiskunde	428	<b>15,1%</b>
Moderne talen-wetenschappen	367	<b>12,9%</b>
Latijn-wetenschappen	365	<b>12,9%</b>
Wetenschappen-sport	169	<b>6,0%</b>
Techniek-wetenschappen	76	<b>2,7%</b>
Economie-wiskunde	63	<b>2,2%</b>
Grieks-wiskunde	44	<b>1,6%</b>
Moderne talen-wiskunde	42	<b>1,5%</b>
Alle andere STEM-richtingen SO	28	<b>6,2%</b>
<b>Totaal</b>	<b>2.837</b>	<b>100,0%</b>

De toelatingsproef voor de opleiding tot arts, die een sterke beheersing van wetenschappen en wiskunde vereist, zorgt er wellicht mede voor dat leerlingen die denken aan een medisch beroep kiezen voor STEM-richtingen in het ASO.

De studierichtingen die het meest gekozen worden door deze 2.837 leerlingen zijn opgelijst in Figuur 31 (de volledige lijst is gegeven in Addendum II).



**Figuur 31. Zorg-STEM richtingen in het HO waarin het meeste STEM-scholieren instromen**



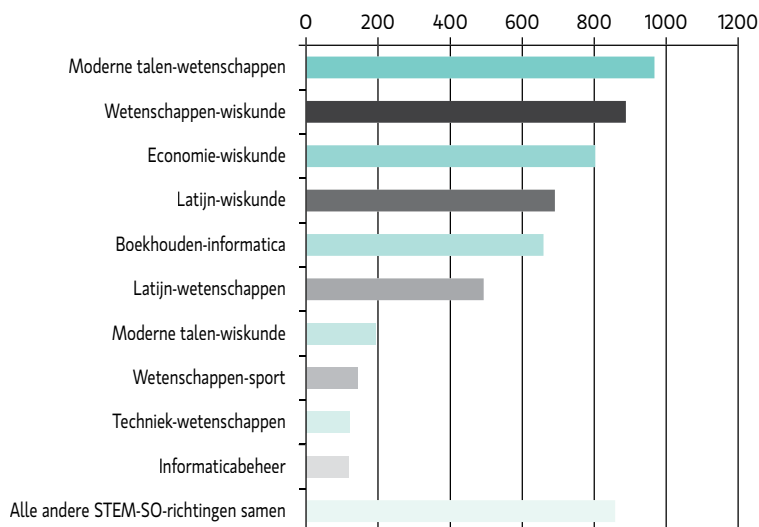
79,0 % van deze 2.837 studenten stroomt in academische opleidingen in die leiden tot een masterdiploma. De opleiding 'verpleegkunde' is onder de professionele bacheloropleidingen de richting die het meest leerlingen uit STEM-SO aantrekt. Deze groep vormt echter slechts 18,9% van alle studenten die verpleegkunde aanvatten.

We merken nog op dat, zonder het toelatingsexamen geneeskunde, het aantal doorstromers vanuit STEM naar zorg-STEM wellicht veel hoger zou zijn. Een eventuele afschaffing van dit toelatingsexamen zou wellicht tot gevolg hebben dat het aantal universitaire generatiestudenten in STEM-richtingen zou dalen.

### 3.4.3 Van STEM naar niet-STEM

Drie op de tien leerlingen uit het STEM-SO kiezen voor een niet-STEM-studierichting in het hoger onderwijs. Het ging in 2009 om 5.957 scholieren, die op de eerste plaats uit het STEM ASO kwamen (4.304). De STEM-studierichtingen die de grootste aantallen studenten aanleveren in niet-STEM-HO-richtingen zijn aangegeven in Figuur 32.

**Figuur 32. De STEM-SO-studierichtingen met de grootste instroom in niet-STEM-HO**



Deze scholieren stromen vooral door naar de niet-STEM HO-studierichtingen die werden opgelijst in Tabel 19 (volgende bladzijde). De meest populaire zijn de opleidingen leraar secundair onderwijs<sup>29</sup>, bedrijfsmanagement en rechten.

<sup>29</sup> Hierbij maken we de kanttekening dat we de bacheloropleiding leraar secundair onderwijs hebben moeten catalogeren als 'Niet-STEM', omdat de gegevens niet toelieten een onderscheid te maken tussen de hoofdvakken die de studenten volgen.

## 3.5 RESULTATEN VAN ENKELE BIJKOMENDE ANALYSES

### 3.5.1 Eén op vijf BSO-scholieren in STEM-richtingen haalt geen diploma<sup>30</sup> secundair onderwijs

Niet alle scholieren uit STEM-richtingen in het secundair onderwijs stromen door naar het hoger onderwijs. Een deel betreedt rechtstreeks de arbeidsmarkt, al dan niet in het bezit van een diploma of getuigschrift secundair onderwijs. Tabel 20 bevat de doorstroom- en uitstroomcijfers voor de scholieren uit STEM-richtingen die het Vlaamse secundair onderwijs verlieten in het schooljaar 2008-2009. Figuur 33 geeft de relatieve verdelingen grafisch weer<sup>31</sup>.

Uit Tabel 20 blijkt dat 1469 scholieren uit een STEM-richting in het gewoon voltijds secundair onderwijs de school verlieten zonder diploma. Het ging om 5,3% van de STEM-scholieren. Voor het BSO loopt deze verhouding op tot 18,0 %. Deze jongeren hebben een aantal STEM-competenties verworven maar betreden de arbeidsmarkt zonder een STEM-diploma. Wel mag aangenomen worden dat een deel uiteindelijk nog in een job terechtkomt die een STEM-kwalificatie vereist, al dan niet na het volgen van een bijkomende opleiding of door bijscholing binnen een bedrijf.

<sup>30</sup> Onder diploma verstaan we in deze paragraaf het diploma secundair onderwijs (ASO, TSO, KSO, BSO) of het getuigschrift van het 2de jaar van de 3de graad BSO.

<sup>31</sup> Zonder KSO (weggelaten wegens de kleine aantallen scholieren; deze zijn wel inbegrepen in het SO-totaal).

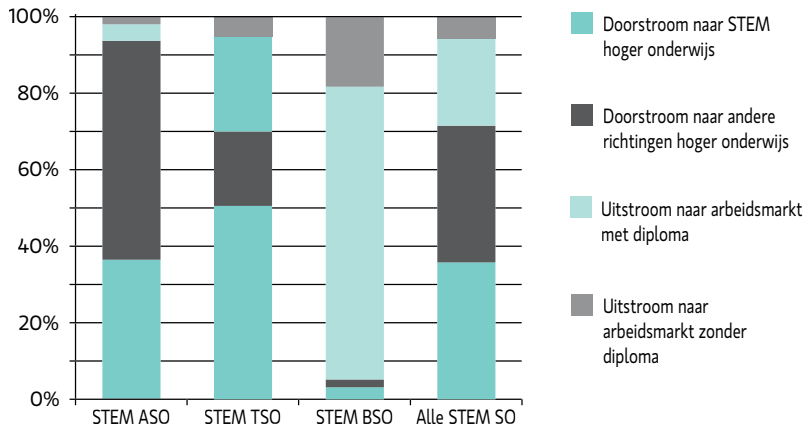
**Tabel 19. Niet-STEM-studierichtingen HO die het meest STEM-scholieren aantrekken**

Studierichting	Type bachelor	Aantal instromers	Relatief aandeel
Leraar secundair onderwijs	professioneel	723	12,1%
Bedrijfsmanagement	professioneel	713	12,0%
Rechten	academisch	691	11,6%
Toegepaste economische wetenschappen	academisch	396	6,6%
Psychologie	academisch	363	6,1%
Leraar lager onderwijs	professioneel	293	4,9%
Handelwetenschappen	academisch	263	4,4%
Taal en letterkunde	academisch	263	4,4%
Communicatiewetenschappen	academisch	203	3,4%
Geschiedenis	academisch	164	2,8%
Sociaal werk	professioneel	139	2,3%
TEW bedrijfskunde	academisch	139	2,3%
Pedagogische wetenschappen	academisch	130	2,2%
Criminologische wetenschappen	academisch	120	2,0%
Beeldende kunsten	academisch	118	2,0%
Toegepaste taalkunde	academisch	114	1,9%
Ergotherapie	professioneel	102	1,7%
Alle andere niet-STEM-richtingen HO		1.023	17,2%
<b>Totaal</b>		<b>5.957</b>	<b>100%</b>

**Tabel 20. Doorstroom en uitstroom van scholieren vanuit STEM secundair onderwijs**

Oorsprong	Doorstroom naar STEM hoger onderwijs	Doorstroom naar andere richtingen HO	Uitstroom met diploma	Uitstroom zonder diploma	Totaal doorstroom en uitstroom
STEM ASO	5.087	7.946	626	203	<b>13.862</b>
STEM TSO	4.450	1.724	2.165	421	<b>8.760</b>
STEM KSO	197	75	18	22	<b>312</b>
STEM BSO	154	91	3.493	823	<b>4.561</b>
	<b>9.888</b>	<b>9.836</b>	<b>6.302</b>	<b>1.469</b>	<b>27.495</b>

**Figuur 33. Doorstroom en uitstroom vanuit STEM-ASO, -TSO en -BSO**



In feite zouden we ook de ASO-scholieren die niet doorstromen naar het hoger onderwijs als 'ongekwalificeerd voor de arbeidsmarkt' moeten beschouwen, want ze zijn voor geen enkele STEM-job opgeleid. De 626 jongeren waarover het ging in 2008-2009 betekenen in principe een bijkomend 'STEM-verlies' van 2,3% van het aantal STEM-scholieren. Toch moet dit cijfer enigszins genuanceerd worden. Van deze 626 gediplomeerde schoolverlaters volgt een onbekend deel immers hogere studies aan Franstalige universiteiten of in het buitenland, in het bijzonder in Nederland. Bij wijze van voorbeeld: in het academiejaar 2006-2007 zaten in de studierichtingen *Lucht- en ruimtevaarttechniek* en *Aerospace engineering* in Nederland respectievelijk 128 en 51 studenten (MOV/MOCW 2008).

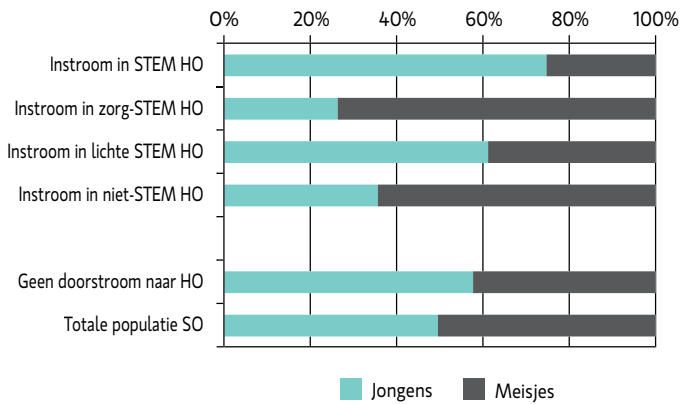
### **3.5.2 Drie vierde van de studenten die instromen in STEM hoger onderwijs is mannelijk**

Figuur 34 en Tabel 21 bevatten informatie over de verschillen in de doorstroompatronen tussen jongens en meisjes.

De belangrijkste (maar niet verrassende) vaststellingen zijn de volgende:

- Er zijn meer jongens dan meisjes die niet doorstromen naar het hoger onderwijs (in absolute cijfers een verschil van meer dan 3.000 jongeren).
- Drie kwart (74,8%) van de studenten die instromen in het STEM hoger onderwijs is mannelijk. In zorg-STEM zien we het omgekeerde beeld: drie kwart (73,7%) van de zorg-STEM studenten zijn vrouwen.
- Van de mannelijke instromers kiest 44,1% voor een STEM-richting, terwijl dit slechts het geval is bij 12,5% van de meisjes. Zeven meisjes op tien (69,1%) kiezen voor een niet-STEM-richting.

**Figuur 34. Verdeling van de instroom van jongens en meisjes in het hoger onderwijs**



**Tabel 21. Verdeling van jongens en meisjes naar STEM-categorie in het hoger onderwijs**

	Jongens	Meisjes	Totaal
STEM HO	44,1%	12,5%	27,0%
Zorg-STEM HO	6,9%	16,4%	12,0%
Lichte STEM HO	3,8%	2,0%	2,8%
Niet-STEM HO	45,2%	69,1%	58,1%
<b>Totaal</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

De grote verschillen tussen jongens en meisjes bij de STEM-instroom in het hoger onderwijs zijn het gevolg van twee elkaar versterkende factoren. Eerst en vooral zitten er reeds in het secundair onderwijs meer jongens dan meisjes in een STEM-richting. Maar bovendien kiezen STEM-SO-meisjes minder vaak voor STEM-richtingen in het hoger onderwijs dan jongens. Dit wordt geïllustreerd door de volgende vaststellingen:

- op 100 jongens die STEM ASO volgen én doorstromen, volgen 52,1 jongens STEM HO
- op 100 meisjes die STEM ASO volgen én doorstromen, volgen 25,3 meisjes STEM HO
- op 100 jongens die STEM TSO volgen én doorstromen, volgen 78,9 jongens STEM HO
- op 100 meisjes die STEM TSO volgen én doorstromen, volgen 36,6 meisjes STEM HO.

### 3.5.3 Beperkte doorstroom van niet-STEM naar STEM

Eerder hebben we reeds aangegeven dat 7,5% van de leerlingen in niet-STEM-SO-richtingen toch kiest voor een STEM-richting in het hoger onderwijs. Deze leerlingen komen zowel uit het ASO (825) als uit het TSO (698). Ze zijn grotendeels afkomstig uit de studierichtingen die vermeld staan in Tabel 22. Vier richtingen zijn samen goed voor twee derde van deze doorstroom: Economie-moderne talen; Humane wetenschappen; Sociale en technische wetenschappen; Handel.

**Tabel 22. Niet-STEM-SO-studierichtingen die zorgen voor de grootste instroom in STEM HO**

	Onderwijsvorm	Aantal instromers	Relatief aandeel
Economie-moderne talen	ASO	396	<b>22,5%</b>
Humane wetenschappen	ASO	298	<b>16,9%</b>
Sociale en technische wetenschappen	TSO	292	<b>16,6%</b>
Handel	TSO	161	<b>9,1%</b>
Latijn-moderne talen	ASO	83	<b>4,7%</b>



**Tabel 22. (vervolg)**

	Onderwijsvorm	Aantal instromers	Relatief aandeel
Latijn-moderne talen	ASO	83	4,7%
Kantooradministratie en gegevensbeheer	BSO	69	3,9%
Secretariaat-talen	TSO	53	3,0%
Gezondheids- en welzijnswetenschappen	TSO	51	2,9%
Lichamelijke opvoeding en sport	TSO	36	2,0%
Naamloos leerjaar	BSO	36	2,0%
Alle andere niet-STEM SO-studierichtingen		286	16,2%
<b>Totaal</b>		<b>1.761</b>	<b>100,0%</b>

In het ASO zijn er verschillende niet-STEM-studierichtingen waarvan er minder dan 10% van de leerlingen doorstroomt naar STEM hoger onderwijs: Economie-moderne talen; Humane wetenschappen; Grieks-Latijn; en Latijn-moderne talen. Vanuit een STEM-oogpunt is dit jammer aangezien zowel Economie-moderne talen als Humane wetenschappen zeer bevolkte ASO-studie-richtingen zijn. Interessant is dat verdere gegevensanalyses hebben aangetoond dat scholieren uit deze studierichtingen die toch kiezen voor STEM-HO daarin vrij vasthoudend zijn. De retentiegraad<sup>32</sup> ligt er over het algemeen vrij hoog, gemiddeld zelfs hoger dan deze voor studenten afkomstig uit STEM SO-richtingen. Wellicht zijn deze studenten bijzonder gemotiveerd.

De STEM-richtingen in het hoger onderwijs waar studenten terechtkomen die een niet-STEM-richting volgden in het secundair onderwijs, zijn quasi allemaal professionele bacheloropleidingen. In de top 10 komen enkel de academische opleidin-

<sup>32</sup> Dit % betreft het aandeel van de studenten die in het academiejaar 2009-2010 gekozen hebben voor STEM HO-studierichting en die het daaropvolgend academiejaar 2010-2011 nog steeds een STEM HO-studierichting volgen.

gen Architectuur en Biomedische wetenschappen voor. De meest voorkomende studierichtingen zijn weergegeven in Tabel 23 op de volgende bladzijde.

#### **3.5.4 STEM-keuzes in het hoger onderwijs zijn niet gerelateerd aan onderwijskansarmoede**

Thuistaal, opleidingsniveau moeder, buurt en schooltoelage zijn vier leerlingenkenmerken die door de Vlaamse overheid gebruikt worden als indicatoren voor onderwijskansarmoede.

We hebben nagegaan in welke mate deze indicatoren een rol spelen bij de STEM-doorstroompatronen. Onze analyses, waarover meer details te vinden zijn in Addendum II, bevestigen het gekende feit dat scholieren met dergelijke kenmerken minder doorstromen naar het hoger onderwijs.

De STEM-doorstroompatronen vanuit de verschillende onderwijsvormen blijken echter geen verband te houden met deze leerlingenkenmerken. Dit wordt geïllustreerd door Tabel 24. Daarin worden de percentages doorstromers uit STEM secundair onderwijs met een indicator voor onderwijskansarmoede gegeven voor STEM- en de andere richtingen in het hoger onderwijs.

**Tabel 23. STEM-richtingen HO waarin studenten instromen uit niet-STEM SO**

Studierichting	Type bachelor	Aantal instromers	Relatief aandeel
Toegepaste informatica	professioneel	310	17,6%
Agro- en biotechnologie	professioneel	217	12,3%
Interieurvormgeving	professioneel	140	8,0%
Multimedia en communicatie-technologie	professioneel	101	5,7%
Vastgoed	professioneel	95	5,4%
Interieurarchitectuur	professioneel	92	5,2%
Architectuur	academisch	83	4,7%
Biomedische laboratorium-technologie	professioneel	76	4,3%
Grafische en digitale media	professioneel	57	3,2%
Biomedische wetenschappen	academisch	45	2,6%
Audiovisuele technieken: fotografie	professioneel	38	2,2%
Alle anders STEM-richtingen HO		507	28,8%
<b>Totaal</b>		<b>1.761</b>	<b>100,0%</b>

**Tabel 24. Doorstroom van STEM-scholieren met indicatoren voor kansarmoede naar STEM- en andere richtingen in het hoger onderwijs**

	Thuisstaat niet Nederlands	Laag opleidings-niveau moeder	Risicovolle buurt	Schooltoelage
Van STEM ASO naar STEM HO	3,3%	7,8%	17,2%	15,3%
Van STEM ASO naar ander HO	4,0%	7,5%	17,4%	14,5%
Van STEM TSO naar STEM HO	4,3%	18,2%	21,4%	21,8%
Van STEM TSO naar ander HO	4,0%	19,4%	19,7%	23,1%

Deze en andere cijfers tonen aan dat het al dan niet doorstromen naar STEM-richtingen in het hoger onderwijs, weinig tot geen verband houdt met de vier leerlingkenmerken voor kansarmoede uit het financieringsdecreet van 2008. Wel zijn er, zoals algemeen bekend, grote verschillen in de waarden van deze indicatoren tussen de onderwijsvormen.

### 3.6 DE INSTROOM VAN BUITENLANDSE STUDENTEN IN HET VLAAMSE HOGER ONDERWIJS

#### 3.6.1 Er zijn minder buitenlandse studenten aan Vlaamse dan aan Franstalige instellingen

In paragraaf 2.4.2. vermeldde we reeds dat op Belgisch niveau het percentage buitenlanders onder de hoger gediplomeerden vrij hoog scoort: een op de tien heeft in België een buitenlandse nationaliteit. Dat is in Europa samen met Zwitserland goed voor de derde plaats.

Voor Vlaanderen moeten deze cijfers echter onmiddellijk genuanceerd worden. Om te beginnen wordt de hoge score van België deels veroorzaakt door het traditioneel hoge aantal buitenlandse studenten aan de Franstalige Belgische universiteiten. Dit wordt duidelijk als we het aantal buitenlandse gediplomeerden relateren aan het aantal diploma's in het Vlaamse hoger onderwijs (zie Tabel 25).

**Tabel 25. Aandeel buitenlandse diploma's in het Vlaamse hoger onderwijs (2010)<sup>33</sup>**

	Totaal aantal diploma's	Aantal diploma's behaald door studenten van vreemde nationaliteit	Verhouding
Bachelordiploma's (professioneel)	18.466	466	<b>2,5%</b>
Bachelordiploma's (academisch)	13.584	546	<b>4,0%</b>
Masterdiploma's	15.664	1.233	<b>7,9%</b>
Doctoraten	1.385	352	<b>25,4%</b>

Bron: Statistisch Jaarboek van het Vlaamse Onderwijs 2010-2011 (MOV 2011)

Uit deze tabel blijkt alvast dat het aandeel van de buitenlandse gediplomeerden aan de Vlaamse universiteiten onder het Belgisch gemiddelde van 10,4% ligt. Van alle einddiploma's (= de som van de professionele bachelor- en masterdiploma's) is 5,0% behaald door een student met een niet-Belgische nationaliteit. Overigens blijkt uit deze tabel ook dat het aandeel van de buitenlandse studenten hoger is aan de universiteiten dan aan de hogescholen. Uit verdere analyse van deze en andere cijfers kan ook afgeleid worden dat niet-Belgische studenten minder succesvol zijn in het behalen van diploma's dan Vlaamse.

Een belangrijk deel van deze 'buitenlandse' diploma's kan echter niet beschouwd worden als een bijkomende instroom, omdat het om studenten gaat die in Vlaanderen wonen en/of er hun secundair onderwijs hebben voltooid. Ter informatie: momenteel heeft ongeveer 6% van de scholieren in het Vlaamse secundair onderwijs een niet-Belgische nationaliteit (MOV 2011) en velen daarvan stromen door naar het Vlaamse hoger onderwijs.

<sup>33</sup> Alle cijfers hebben betrekking op diplomacontracten en slaan op het academiejaar 2009-2010.

Om meer zicht te krijgen op de feitelijke situatie hebben we in het kader van deze studie de instroomcijfers van buitenlanders aan de Vlaamse universiteiten en hogescholen nader onderzocht. De volledige bevindingen zijn terug te vinden in Addendum IV. De essentie wordt in de volgende paragrafen samengevat.

### 3.6.2 De instroom van buitenlandse STEM-studenten in bacheloropleidingen is zeer beperkt

Qua instroom maakten we een gedetailleerde analyse van alle generatiestudenten van niet-Belgische nationaliteit die instromen in Vlaamse bacheloropleidingen. In juni 2012 ging het om 4.845 studenten. Daarvan hadden 2.913 studenten (60,1%) voorafgaandelijk reeds secundair onderwijs gevolgd in Vlaanderen. Het betreft dus geen nieuwe instroom en we laten die daarom verder buiten beschouwing. De resterende groep van 1.932 buitenlandse generatiestudenten komt overeen met 4,2% van het totale aantal bachelor-generatiestudenten aan de Vlaamse hogescholen en universiteiten. De belangrijkste landen van herkomst en meest voorkomende richtingen zijn weergegeven in Tabel 26.

**Tabel 26. Buitenlandse instroom van generatiestudenten in bacheloropleidingen**


Land	Aantal studenten uit dat land	Geprefereerde studierichtingen	Aantal studenten in die studierichtingen
Nederland	1.069	(Diverse – vooral zorg-STEM)	
Duitsland	99	Diergeneeskunde	26
Frankrijk	85	Nautische wetenschappen	41
		Scheeps-werktuigkundige	4
		Muziek	18
Marokko	60	Nautische wetenschappen	3
		Scheepswerktuigkundige	36

**Tabel 26. (vervolg)**

Land	Aantal studenten uit dat land	Geprefereerde studierichtingen	Aantal studenten in die studierichtingen
Suriname	57	Verpleegkunde	47
Verenigde Staten	15	Philosophy Theology & Religious studies	5 3
Canada	7	Philosophy	3
Australië	21	Theology & Religious studies	21
India	33	Theology & Religious studies	29

Op de Nederlanders na blijken veel buitenlanders vooral naar Vlaanderen te komen voor één welbepaalde studierichting aan één instelling (bv. Australiërs en Indiërs voor Theology & Religious Studies aan de KU Leuven, Duitsers voor Diergeneeskunde aan de UGent, Fransen voor Nautische Wetenschappen aan de Hogere Zeevaartschool,...). Niet toevallig zijn het vooral opleidingen waarin de taalbarrière niet of mindere mate speelt en waarvoor bepaalde instellingen een goede reputatie hebben in het buitenland. De overgrote meerderheid van de Nederlanders in de Vlaamse bacheloropleidingen (en die geen secundair onderwijs in het Vlaams onderwijs gevolgd hebben) kiezen voor de studierichtingen geneeskunde, verpleegkunde, vroedkunde of diergeneeskunde.

Kijken we specifiek naar STEM-richtingen, dan blijken er nog heel weinig buitenlandse studenten in het tweede jaar te zitten: in het totaal 289, of 2,8 % van het aantal STEM-studenten in het tweede jaar. Van de zowat duizend Nederlanders die in het Vlaamse hoger onderwijs instromen in het eerste jaar, zitten er in het tweede jaar nog slechts 135 in een STEM-studierichting. Van de 99 Duitse generatie-



studenten die instromen, blijven er in het tweede jaar nog 15 STEM-studenten over. Abstractie gemaakt van Chinese studenten die kiezen voor industriële wetenschappen<sup>34</sup> en tegelijkertijd ook succesvol zijn, zijn het slechts enkelingen die met succes een STEM-studierichting in het Vlaamse hoger onderwijs doorlopen vanaf het eerste jaar. Wat betreft de Chinese studenten hebben we bovendien uit onze contacten kunnen afleiden dat een meerderheid van hen na het afstuderen naar China terugkeert.

We mogen dus besluiten dat momenteel de instroom van buitenlandse studenten in Vlaamse STEM-studierichtingen op bachelorniveau een randfenomeen is dat nauwelijks een bijdrage levert tot de tekorten aan STEM-gediplomeerden op de arbeidsmarkt.

### **3.6.3 STEM-master- en doctoraatsopleidingen zijn populair bij buitenlandse studenten**

De cijfers liggen hoger voor de buitenlandse instroom op master- en doctoraatsniveau. De instroom van niet-Belgische studenten die hun eerste inschrijving deden in een mastertraject en voordien nog geen inschrijving hadden in het Vlaamse hoger onderwijs (teruggaand tot het academiejaar 2005-2006), bedroeg 2.155 studenten in het academiejaar 2010-2011. Dat is goed voor 8,9 %. Dat aandeel is ongeveer dubbel zo hoog als bij de nieuwe buitenlandse instroom op bachelorniveau. Bovendien zijn er indicaties (maar we hebben dit niet kunnen analyseren) dat deze studenten in verhouding ook minder afhaken dan deze die instromen op bachelorniveau.

<sup>34</sup> In hoofdzaak studenten die starten in Groep T in Leuven.



Het STEM-aandeel onder deze studenten is met 713 of 33,0% vrij hoog, en zelfs bij de hoogste van Europa (cf. Tabel 6). Vlaamse STEM-masteropleidingen hebben dus een goede reputatie in het buitenland. Van de 713 studenten schreven 183 zich in ingenieursopleidingen in en 540 in andere STEM-opleidingen op masterniveau. De masteropleidingen met meer dan 10 buitenlandse instromers zijn opgelijst in Tabel 27 (de volledige lijst is te vinden in Addendum IV).

**Tabel 27. Meest gekozen masteropleidingen bij de buitenlandse instroom**

Masteropleiding	Master (MA) of Manama (MNM)	Aantal buitenlandse instromers
Marine Biodiversity and Conservation	MA	45
Statistics	MA	43
Ingenieurswetenschappen: elektrotechniek	MA	34
Engineering: Materials Engineering	MA	30
Food Technology	MA	30
Molecular Biology	MA	30
Nematology	MA	30
Nutrition and Rural Development	MA	30
Rural Development	MA	29
Urbanism and Strategic Planning	MNM	29
Nanoscience and Nanotechnology	MA	28
Water Resources Engineering	MA	24
Environmental Sanitation	MA	24
Physical Land Resources	MA	24
Fire Safety Engineering	MA	19
European Master in Nuclear Fusion Science	MA	19
Applied Sciences & Eng.: Computer Science	MA	18
Aquaculture	MA	18
Applied Sciences & Eng.: Applied Computer Science	MA	17
Master of Science in Photonics (EM)	MA	17


**Tabel 27. (vervolg)**

Masteropleiding	Master (MA) of Manama (MNM)	Aantal buitenlandse instromers
Biologie	MA	16
Artificial Intelligence	MNM	14
Ecological and Marine Management	MA	14
Conservation of Monuments and Sites	MNM	12
Architectuur	MA	10

Het zijn bijna allemaal Engelstalige masteropleidingen, waaronder slechts een beperkt aantal manama's. Wel valt op dat een belangrijk deel van de STEM-masteropleidingen waarin veel buitenlandse studenten zitten niet gerelateerd zijn aan knelpuntberoepen op de Vlaamse arbeidsmarkt.

Een relatief hoog aandeel van buitenlandse studenten in STEM vinden we op doctoraatsniveau. In het academiejaar 2010-2011 stroomden er in het Vlaamse hoger onderwijs 831 niet-Belgische studenten in die hun eerste inschrijving deden voor een doctoraat of een doctoraatsopleiding en die buiten Vlaanderen een master of ander diploma hadden gehaald. In deze paragraaf noemen we deze studenten verder 'nieuwe niet-Belgische doctoraatsstudenten'.

469 van deze 831 nieuwe niet-Belgische doctoraatsstudenten (56,4%) schreven zich in een STEM- doctoraatsopleiding/doctoraat in. Daarvan kunnen (bij benadering) 191 inschrijvingen ingedeeld worden bij de ingenieurswetenschappen, 103 bij de bio-ingenieurswetenschappen en 176 bij de exacte wetenschappen.



134 van de 469 nieuwe niet-Belgische doctoraatsstudenten komen uit Zuidoost-Azië, met China (58), India (28) en Vietnam (26) op de eerste plaatsen. 46 studenten komen uit de buurlanden, vooral uit Duitsland (19) en Nederland (17). 135 studenten komen uit de andere EU-landen en Oost-Europa. Dit zijn vooral Italianen (30), Polen (20), Spanjaarden (16) en Grieken (16). Ten slotte zijn er nog 154 studenten uit nog andere landen, met vooraan Iran (33) en Ethiopië (18).

Hoewel we geen exacte cijfers hebben over het jaarlijkse aantal master- en doctoraatsdiploma's van nieuwe buitenlandse studenten in STEM-opleidingen, schatten we dat dit aantal diploma's momenteel de 500 eenheden overstijgt. Een belangrijk maar onbekend deel daarvan keert echter terug naar hun land, zodat deze gediplomeerden slechts in beperkte mate de tekorten aan hogere Vlaamse STEM-gediplomeerden compenseren.

# HOOFDSTUK 4

## DE DOORSTROMING VAN VLAAMSE STEM- GEDIPLOMEERDEN NAAR DE ARBEIDSMARKT

### 4.1 INLEIDING

#### 4.1.1 Kiezen STEM-studenten na het afstuderen voor STEM-jobs?

Veel Vlaams en internationaal onderzoek over de STEM-problematiek focust op de uitstroom van STEM-gediplomeerden uit het onderwijs. Dit is ook een gebied waar degelijk statistisch materiaal voorhanden is. Er is echter veel minder informatie beschikbaar, zeker in Vlaanderen, over de mate waarin STEM-afgestudeerden uit het secundair en hoger onderwijs na hun studies ook effectief STEM-jobs uitoefenen. Knelpunten op de arbeidsmarkt worden immers niet verholpen als een verhoogde uitstroom uit STEM-richtingen niet gevolgd wordt door een verhoogde (en blijvende) intrede in de arbeidsmarkt in jobs die in het verlengde liggen van de STEM-richtingen. Dat dit in zekere mate voorkomt, is op zichzelf geen nieuws. De vraag is echter hoe groot dit fenomeen is.

We hebben daarom origineel onderzoek uitgevoerd over de interne bewegingen op de arbeidsmarkt in de eerste periode na de uitstroom uit STEM-richtingen.

We wensten twee vragen te beantwoorden: (1) in welke arbeidssituatie komen de Vlaamse afgestudeerden uit STEM-richtingen na hun afstuderen terecht; en (2) hoe verloopt hun verder arbeidstraject in het begin van hun loopbaan?

Om de interne bewegingen op de arbeidsmarkt in de eerste periode na de uitstroom uit STEM-richtingen in kaart te brengen staan er in principe twee pistes open. De eerste, 'ideale' piste is een koppeling van de historische gegevens over leerlingen en studenten uit de databanken van het Ministerie van Onderwijs en Vorming met tewerkstellingsgegevens (RSZ en/of RIZIV) uit de kruispuntbank. Onder andere door de privacy-wetgeving bleek het niet mogelijk om een dergelijke koppeling uit te voeren, zeker niet binnen het tijdsbestek van deze studie. Als alternatief kozen we daarom voor een tweede piste, namelijk het rechtstreeks bevragen van personen die vroeger een STEM-studierichting gevolgd hadden.

Het onderzoek dat daartoe werd opgezet en de resultaten ervan worden uitgebreid beschreven in Addendum III. De essentie wordt samengevat in dit hoofdstuk.

#### **4.1.2 Analyse op basis van een quota-steekproef van duizend STEM-ge diplomaerden**

Voor dit onderzoek werd een steekproef genomen van een duizendtal personen. Het betrof een quota-steekproef in functie van een aantal vooropgezette variabelen (zie Addendum III). Kenmerken van de steekproef zijn aangegeven in Tabel 28. Zowel de mediaanleeftijd als de gemiddelde leeftijd van de respondenten was 33 jaar.

De populatie bevatte ook gediplomeerden uit zorg-STEM, lichte STEM- en onderwijs-STEM-richtingen. In tegenstelling tot de analyses in hoofdstuk 3, konden we

voor dit onderzoek wel de categorie 'onderwijs-STEM' gebruiken. Het betreft gediplomeerden met een bachelordiploma leerkracht secundair onderwijs waarvan minstens één van de opties een STEM-vak was.

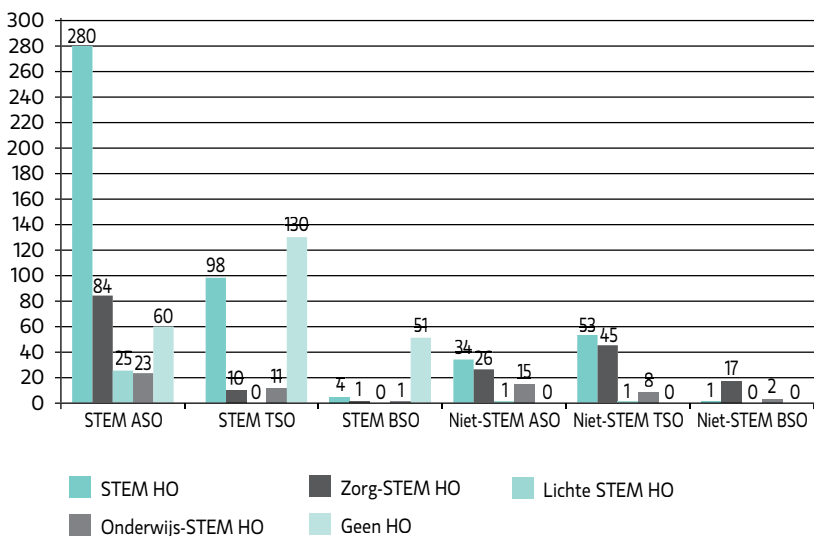
Na verwijderen van vijf onvolledige records bleven nog 997 records over. De steekproef werd vervolgens ingedeeld naar onderwijsniveau, onderwijsvorm en STEM-categorie. Enkele indelingen bevatten slechts enkele records, wat leidde tot een licht gereduceerde steekproef van 981 records met de aantallen en verdeling over de STEM-categorieën zoals aangegeven in Figuur 35.

De STEM-studierichtingen werden ook ingedeeld in STEM-studierichtingen die leiden naar een knelpuntberoep en andere STEM-studierichtingen. Dit gebeurde met de medewerking van de studiedienst van de VDAB. Dit leidde tot de opdeling van de steekproef in zeven subgroepen, zoals aangegeven in Figuur 36.

**Tabel 28. Enkele kenmerken van de steekproef voor het arbeidsmarktonderzoek**

Steekproefgrootte (N)	1.002
<b>Leeftijd</b>	
23 t.e.m. 32 jaar	45%
33 t.e.m. 40 jaar	55%
<b>Geslacht</b>	
Man	67%
Vrouw	33%
<b>Statuut</b>	
Arbeider	18%
Andere (bediende, ambtenaar, zelfstandige)	82%

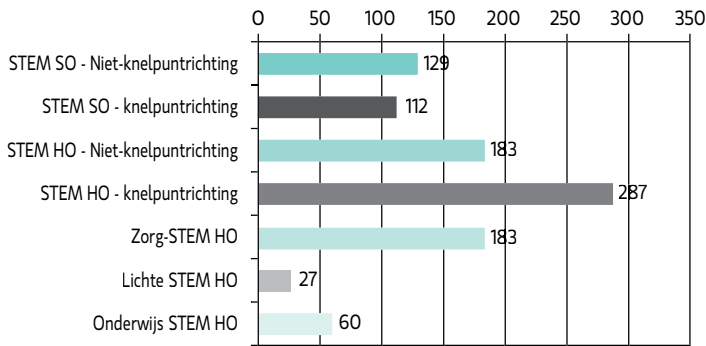
**Figuur 35. Verdeling van de gereduceerde steekproefpopulatie naar STEM-categorieën in SO en HO (N=981)**



Bron<sup>35</sup>: Eigen arbeidsmarktenquête

<sup>35</sup> Tenzij anders vermeld, geldt deze bron voor alle tabellen en grafieken in dit hoofdstuk. Deze bronvermelding wordt daarom voor de volgende tabellen en grafieken niet steeds herhaald.

**Figuur 36. Indeling van de steekproefpopulatie naar STEM-categorie en knelpuntkarakter**

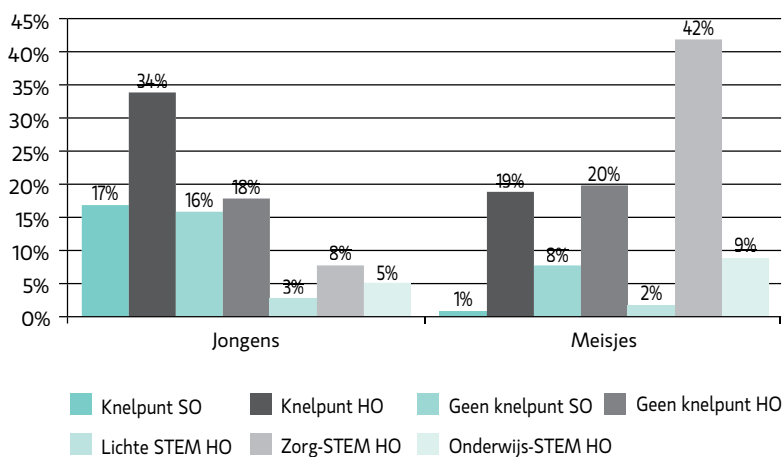


#### **4.1.3 Meisjes kiezen minder voor STEM-studies gerelateerd aan knelpuntberoepen**

Eerder in dit rapport is overduidelijk geworden dat zowel in Vlaanderen als in het buitenland meisjes veel minder doorstromen naar STEM-studierichtingen dan jongens en dat ze zeer sterk domineren in zorg-STEM-studierichtingen.

Uit onze steekproef op de arbeidsmarkt kunnen we nog een bijkomende observatie afleiden: wanneer meisjes in STEM-studierichtingen in het secundair of het hoger onderwijs zitten, dan zijn dat relatief minder frequent knelpuntstudierichtingen dan bij de jongens. Dat geldt in het bijzonder voor de STEM-studierichtingen in het secundair onderwijs (zie Figuur 37).



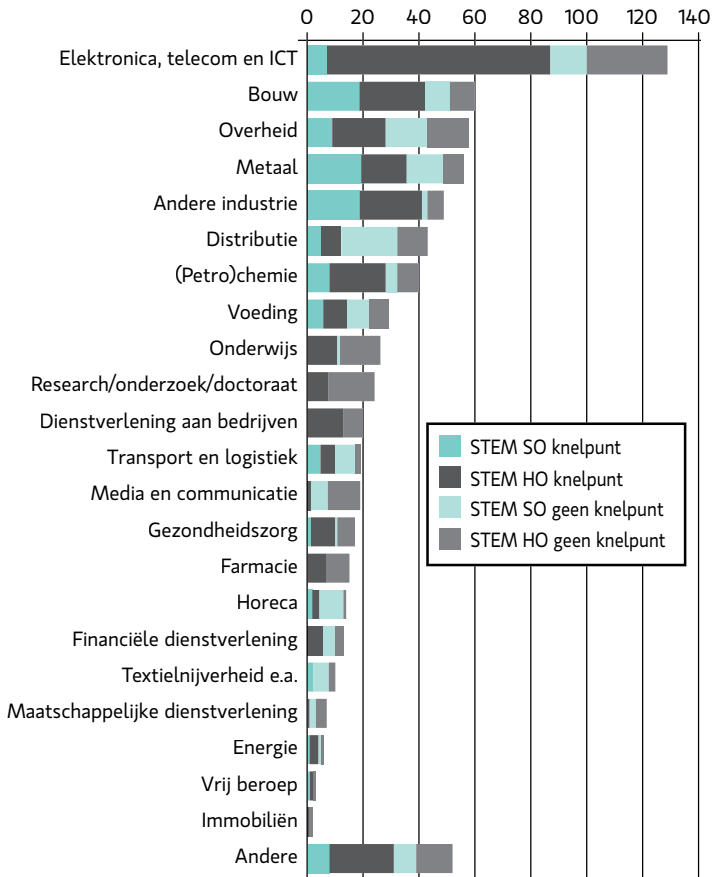
**Figuur 37. Verdeling van jongens en meisjes over knelpunt- en STEM-categorieën**

## 4.2 KENMERKEN VAN DE EERSTE VOLTijdSE JOB VAN STEM-GEDIPLOMEERDEN

### 4.2.1 STEM-gediplomeerden komen vooral terecht in industriële sectoren

Figuur 38 geeft de verdeling van de sectoren waar de meeste STEM-gediplomeerden terechtkomen (zonder zorg-STEM, lichte STEM en onderwijs-STEM). Het blijkt vooral te gaan om Elektronica- en ICT-sector, de bouwsector, de overheid en de metaalsector. Maar ze komen ook terecht in tal van andere sectoren, ook in de dienstensector.

**Figuur 38. Sectoren waarin STEM-ge diplomaerden terechtkomen (N=711)**



Uit de gegevens van onze enquête (niet vermeld in deze figuur) blijkt ook dat de afgestudeerden met zorg-STEM-diploma's bijna uitsluitend in de gezondheidszorg terechtkomen. Idem dito voor de afgestudeerden onderwijs-STEM-HO die vooral werk vinden in het onderwijs. Het feit dat deze gediplomeerden vrij specifiek worden opgeleid en dat het gaat over zorg- en onderwijsfuncties waar veel vraag naar is, is daar zeker niet vreemd aan.

De analyse van de gegevens heeft verder aangetoond dat de STEM-gediplomeerden vooral werk vinden in middelgrote tot grote organisaties: een kwart start bij werkgevers met meer dan 1.000 werknemers en nog eens een derde bij organisaties met tussen 100 en 1000 werknemers. Minder dan 4% is gestart als zelfstandige. Niet verrassend is ook dat slechts 5% stelde dat ze in hun eerste voltijdse job vooral een leidinggevende functie hadden.

#### **4.2.2 Slechts voor de helft van de STEM-gediplomeerden is een STEM-opleiding noodzakelijk voor de eerste job**

In ons onderzoek gingen we na in welke mate de STEM-gediplomeerden dienden te beschikken over een technische of technisch-wetenschappelijke achtergrond om hun job te kunnen uitoefenen. De eerste vraag in dit verband in de enquête luidde als volgt: *"In welke mate was het in deze eerste job noodzakelijk dat u beschikte over een technische of een technisch-wetenschappelijke achtergrond? Nota: met technische of technisch-wetenschappelijke achtergrond bedoelen we niet de kennis van courante computerprogramma's."* De verdeling van de antwoorden op deze vraag is aangegeven in de volgende tabel.

**Tabel 29. Score van respondenten op de vraag naar STEM-achtergrond**

Score	STEM SO knelpunt	STEM HO knelpunt	STEM SO geen knelpunt	STEM HO geen knelpunt	Lichte STEM HO	Zorg-STEM HO	Onderwijs-STEM HO	Totaal
1 = strikt noodzakelijk	14	64	19	25	3	37	6	<b>168</b>
2	20	60	18	30	5	26	10	<b>169</b>
3	10	33	7	37	3	31	9	<b>130</b>
4	12	20	20	12	4	31	9	<b>108</b>
5	15	35	16	29	6	16	11	<b>128</b>
6	26	49	22	26	5	24	10	<b>162</b>
7 = helemaal niet nodig	15	26	27	24	1	18	5	<b>116</b>
<b>Totaal</b>	<b>112</b>	<b>287</b>	<b>129</b>	<b>183</b>	<b>27</b>	<b>183</b>	<b>60</b>	<b>981</b>
Gemiddelde score	4,2	3,5	4,3	3,9	3,9	3,6	4,0	<b>3,8</b>

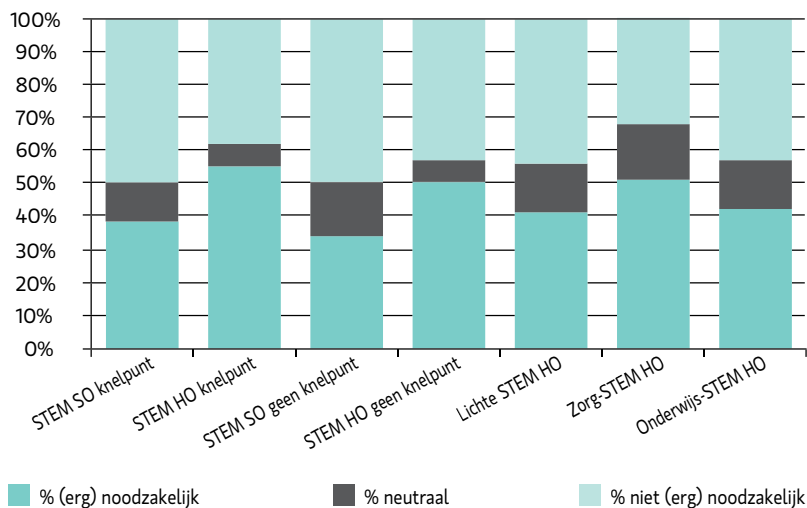
Als we de percentages respondenten met score 1,2 of 3 groeperen als ‘% (erg) noodzakelijk’ en deze met score 5, 6 of 7 als ‘niet (erg) noodzakelijk’ dan krijgen we de verdeling zoals in Figuur 39.

De resultaten spreken voor zich. Voor de hele steekproef vinden vier op de tien respondenten het niet of amper nodig dat ze een STEM-vooropleiding hebben genoten. Zelfs nauwelijks 39% (SO) tot 55 % (HO) van de STEM-gediplomeerden waarvan het diploma leidt tot een knelpuntberoep vinden een technische of een technisch-wetenschappelijke achtergrond min-of-meer tot strikt noodzakelijk in hun eerste job. In de andere categorieën zijn de percentages nog iets lager. Dit heeft minder te maken met de technische of technisch-wetenschappelijke vereisten van het knelpuntberoep, maar wel met het feit dat deze STEM-gediplomeerden in een niet-STEM-job terechtkomen.

We stelden de respondenten een analoge vraag naar benodigde STEM-vaardigheden: *“In welke mate was het in deze eerste job noodzakelijk dat u beschikte over specifieke vaktechnische en/of wetenschappelijke vaardigheden en competenties die u tijdens uw studies verworven had? Nota: met vaktechnische en/of wetenschappelijke vaardigheden en competenties bedoelen we niet de kennis van courante computerprogramma’s.”*

Zoals blijkt uit Tabel 30 zijn de resultaten analoog aan de antwoorden op de vraag naar achtergrond. Amper 35 tot 56% van deze STEM-gediplomeerden wiens diploma leidt tot een knelpuntberoep vindt vaktechnische en/of wetenschappelijke vaardigheden en competenties min-of-meer tot strikt noodzakelijk in hun eerste job.

**Figuur 39. Mate waarin een STEM-vooropleiding noodzakelijk was voor de eerste job**



**Tabel 30. Score van respondenten op de vraag naar noodzaak STEM-vaardigheden**

Score	STEM SO knelpunt	STEM HO knelpunt	STEM SO geen knelpunt	STEM HO geen knelpunt	Lichte STEM HO	Zorg-STEM HO	Onderwijs-STEM HO	Totaal
1 = strikt noodzakelijk	13	52	21	28	3	75	12	<b>21%</b>
2	11	61	17	36	4	28	10	<b>17%</b>
3	15	47	12	32	1	13	8	<b>13%</b>
% met 1, 2 of 3	35%	56%	39%	52%	30%	63%	50%	<b>51%</b>
4	15	26	11	13	7	18	4	<b>10%</b>
5	21	41	15	21	6	12	12	<b>13%</b>
6	16	42	17	38	5	12	4	<b>14%</b>
7 = helemaal niet nodig	21	18	36	15	1	25	10	<b>13%</b>
% met 5, 6 of 7	52%	35%	53%	40%	44%	27%	43%	<b>40%</b>
<b>Totaal</b>	<b>112</b>	<b>287</b>	<b>129</b>	<b>183</b>	<b>27</b>	<b>183</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>
Gemiddelde score	4,4	3,5	4,4	3,7	4,0	3,0	3,8	<b>3,7</b>

#### 4.2.3 Vier op tien van de STEM-gediplomeerden hebben een job met een laag STEM-gehalte

De respondenten werd gevraagd om het STEM-karakter van hun job te beoordelen. Meer specifiek vroegen we hen daarbij in welke mate hun job een (a) wetenschappelijk, (b) technisch of technologisch, (c) engineering, (d) wiskundig of (e) ICT karakter vertoonde. Voor elk van deze 5 aspecten dienden de respondenten een antwoord te kiezen uit de volgende mogelijkheden: sterk – gemiddeld – beperkt – niet.


Voor de verwerking van de resultaten bekeken we deze aspecten in hun samenhang. Daarbij gingen we na in welke mate de respondenten het antwoord 'sterk' gaven voor minstens één van deze vijf aspecten.

Uit deze resultaten (zie Tabel 31) blijkt dat de job van 43% van de respondenten geen enkel sterk STEM-kenmerk vertoonde. Zelfs een kwart van de STEM-HO-ge-diplomeerden met een diploma gericht op een knelpuntberoep beoordeelde geen enkel van deze aspecten als 'sterk'. Voor de STEM-SO-ge-diplomeerden met een diploma gericht op een knelpuntberoep is dit zelfs 54 %.

**Tabel 31. Jobs met minstens één of geen enkel sterk STEM-kenmerk**

	STEM SO knelpunt	STEM HO knelpunt	STEM SO geen knelpunt	STEM HO geen knelpunt	Lichte STEM HO	Zorg-STEM HO	Onderwijs-STEM HO	Totaal
Minstens eenmaal 'sterk'	51	216	40	128	14	83	27	<b>559</b>
Nooit 'sterk'	61	71	89	55	13	100	33	<b>422</b>
Totaal	112	287	129	183	27	183	60	<b>981</b>
% dat voor geen enkel STEM-kenmerk 'sterk' is	54%	25%	69%	30%	48%	55%	55%	<b>43%</b>

Opnieuw heeft dit er vooral mee te maken dat veel van deze STEM-ge-diplomeerden in een job terechtkomen waar de STEM-vooropleiding geen essentiële vereiste is. Dit wijst erop dat 'niet-STEM'-jobs vaak als attractiever ingeschat worden dan STEM-jobs en/of dat werkgevers vaak STEM-ge-diplomeerden wensen te rekruteren in functies waarvoor een wetenschappelijke of technische vooropleiding geen strikte vereiste is. Welke fenomenen het meest meespelen zou in verder onderzoek moeten bestudeerd worden.



Een andere manier om het STEM-gehalte van de eerste job te evalueren is een numerieke waarde te geven aan elk van de mogelijke antwoorden. Wanneer we aan de mogelijke antwoorden "sterk", "gemiddeld", "beperkt", en "niet" de waarden 3-2-1-0 geven en deze optellen voor de vijf bovengenoemde aspecten, dan krijgen we per respondent een waarde gelegen tussen 0 en 15. De grafische weergave van deze verdeling van het STEM-gehalte van de job (na groepering van de opgetelde scorewaarden in 5 categorieën) is weergegeven in de volgende matrix (enkel de STEM-categorieën).

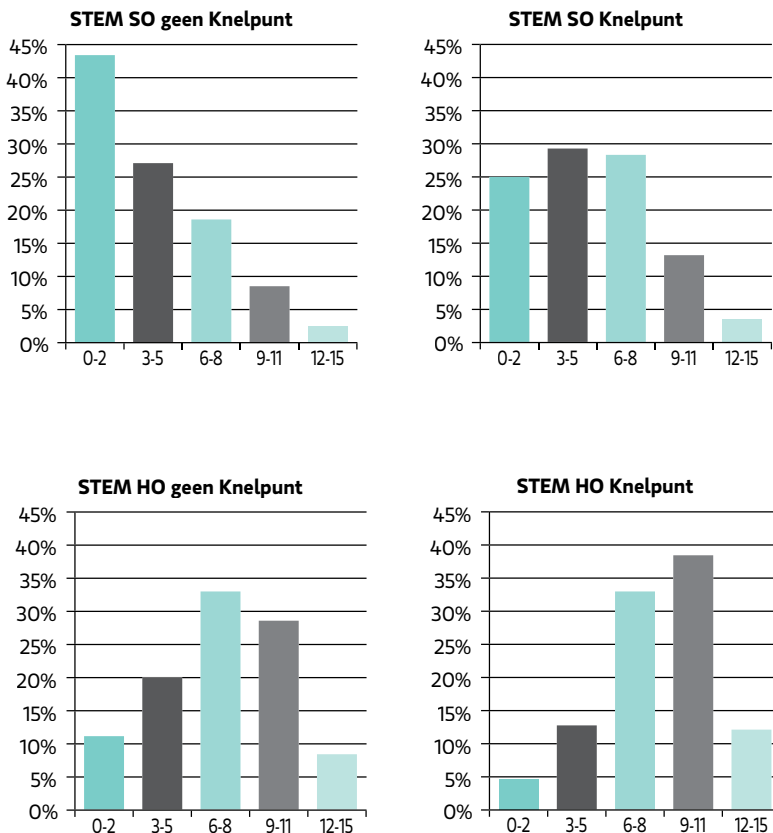
Deze grafieken illustreren nogmaals dat:

- (1) een aanzienlijk deel van de STEM-gediplomeerden terechtkomt in een eerste job waarvoor de STEM-vooropleiding niet of niet erg belangrijk is;
- (2) het STEM-gehalte van de eerste job hoger is bij de STEM-gediplomeerden in het hoger onderwijs dan bij de STEM-gediplomeerden in het secundair onderwijs; zij komen dus meer in aan hun opleiding aangepaste functies terecht;
- (3) STEM-gediplomeerden met diploma's die aansluiten bij knelpuntberoepen hun STEM-vooropleiding in hun eerste job meer nodig hebben dan de andere STEM-gediplomeerden; dit geldt zowel voor secundair als voor hoger onderwijs.

Uit deze bevindingen mogen we in elk geval besluiten dat de STEM-tekorten op de arbeidsmarkt minder groot zouden zijn indien minder STEM-gediplomeerden bij hun eerste job zouden gerekruteerd worden in een job met een laag STEM-gehalte.



**Figuur 40. STEM-gehalte van de eerste job in functie van de aard van het diploma**



### 4.3 DE HUIDIGE JOB VAN DE STEM-GEDIPLOMEERDEN

#### 4.3.1 Een derde van de respondenten oefent nog steeds de eerste job uit

Een aantal van de vragen die gesteld werden voor de eerste voltijdse job werden ook gesteld voor de huidige job.

Uit de analyse bleek dat 19 STEM-afgestudeerden (2%) volledig gestopt waren met werken en een vergelijkbaar aantal (15) niet meer arbeidsactief waren (bv. werkzoekend, arbeidsongeschikt, huisman/-vrouw, ...). Als we er rekening mee houden dat de gemiddelde en de mediaanleeftijd van de respondentengroep 33 jaar was, dan zijn dit relatief lage cijfers. Het illustreert nogmaals de interessante werkvooruitzichten voor STEM-gediplomeerden, ook in niet-STEM-jobs.

Voor 322 respondenten, dus ongeveer een derde, bleek de huidige werkgever en de huidige job volledig identiek aan hun eerste job, zowel naar takenpakket, jobinhoud, verantwoordelijkheden als vereiste kennis.

Voor 615 respondenten was de huidige werkgever of hun huidige job in bepaalde aspecten verschillend van hun eerste job, bv. wat betreft takenpakket, jobinhoud, verantwoordelijkheden of vereiste kennis. Daarom gingen we ook na wat de verschillen zijn inzake STEM-inhoud tussen de eerste en de huidige job van deze respondenten.

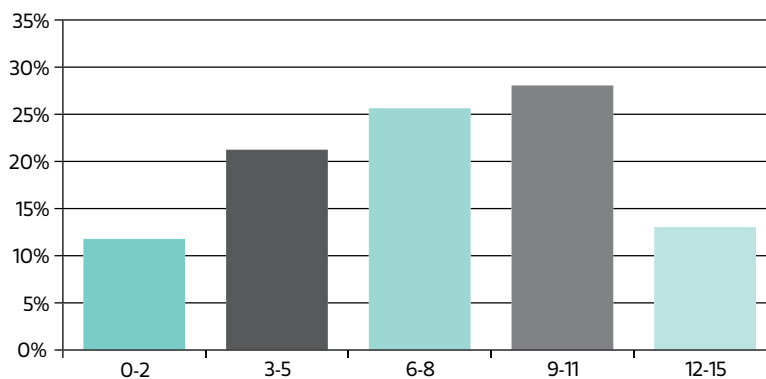
Voor we deze analyse presenteren, geven we nog mee dat de gemiddelde leeftijd van de personen die nog steeds hun eerste job uitoefenen en de anderen niet zo veel verschillen. De respondenten in de steekproef die nog steeds hun eerste job uitoefenen zijn gemiddeld 33 (SO-gediplomeerden) en 31 (HO-gediplomeerden)

jaar oud. Zij die een andere job uitoefenen zijn gemiddeld respectievelijk 35 en 34 jaar oud. Overigens kunnen we uit deze gegevens afleiden dat STEM-SO-gediplomeerden sneller van job veranderen dan STEM-HO-gediplomeerden.

#### 4.3.2 STEM-inhoud van de huidige job

De STEM-inhoud van de huidige job werd in ons onderzoek op dezelfde wijze beoordeeld als voor de eerste job. We beperken ons hier tot het beeld op basis van de summatieve score van 0 tot 15. Dit geeft het beeld zoals weergegeven in Figuur 41.

**Figuur 41. Summatieve score voor het STEM-gehalte in de huidige job**



Deze verdeling heeft enkel betrekking op de 634 respondenten van wie de actuele job verschilde van de eerste job. Ook voor deze groep zien we een breed spectrum waarbij opnieuw wordt vastgesteld dat een aanzienlijk deel van de STEM-gediplomeerden een job uitoefent met een relatief laag STEM-gehalte.

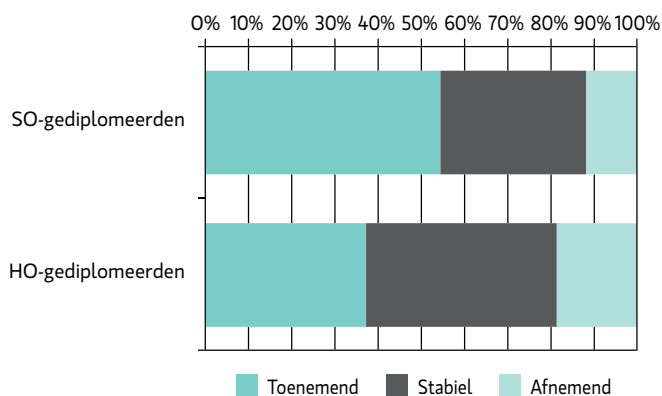
### 4.3.3 Het STEM-gehalte van de job neemt toe bij STEM-SO-ge diplomaerden

Figuur 42 bevat een vergelijking tussen de verdeling van het STEM-gehalte tussen de eerste en de huidige job. De grafiek heeft opnieuw betrekking op de summatieve STEM-score.

**Figuur 42. Verdeling van de summatieve STEM-score bij de eerste en huidige job**



Enigszins verrassend is dat het STEM-gehalte van de job toeneemt: in de huidige job is de STEM-inhoud gemiddeld hoger dan in de eerste job. Natuurlijk neemt het STEM-gehalte niet bij iedereen toe: bij sommigen stijgt het, bij anderen daalt het. Wij hebben dit verder onderzocht. Voor onze analyses beschouwden we een verandering van minstens 2 punten op de summatieve STEM-score als een stijging of daling. De verdeling van de verandering is weergegeven in Figuur 43.

**Figuur 43. Verandering van STEM-gehalte tussen eerste en huidige job**

Hieruit blijkt dat bij minder dan 20% van de STEM-geplomeerden uit het hoger onderwijs het STEM-gehalte afgenomen was tussen de eerste en de actuele job. Bij meer dan de helft van de STEM-SO-geplomeerden was het STEM-gehalte toegenomen. Een verdere analyse van de gegevens heeft ons geleerd dat de grootste toename van het STEM-gehalte voorkomt bij STEM-geplomeerden uit het secundair onderwijs waarvan het diploma leidt tot een knelpuntberoep (zie Figuur 44).

**Figuur 44. Vergelijking STEM-gehalte job bij eerste en huidige job van SO-gediplomeerden met diploma's die leiden naar een knelpuntberoep**



We herinneren eraan dat de mediaanrespondent in de steekproef 33 jaar is. Mogelijk vinden de STEM-gediplomeerden, in het bijzonder deze uit het secundair onderwijs, niet onmiddellijk na het afstuderen een job die aansluit bij hun studies (of willen ze bewust iets anders doen) maar veranderen ze later naar een meer STEM-gerichte functie als zich daar een opportuniteit voordoet. Overigens blijkt bij STEM-afgestudeerden uit het hoger onderwijs de STEM-inhoud van de job nauwelijks toe te nemen tussen de eerste en de huidige job.

#### **4.3.4 Ook in het buitenland komen STEM-gediplomeerden in niet-STEM jobs terecht**

In welke mate verschillen deze resultaten van de situatie in het buitenland? Hoeveel er buitenlandse studies bestaan waarin de overgang van STEM-gediplomeer-

den naar de arbeidsmarkt wordt bestudeerd, is geen directe vergelijking mogelijk. De benaderingen die in dergelijke studies worden gevolgd zijn telkens weer anders; bovendien kan de economische structuur en de arbeidsmarktsituatie sterk verschillen.

Toch wordt ook in het buitenland vastgesteld dat een aanzienlijk deel van de STEM-gediplomeerden niet in STEM-jobs terecht komt:

- In Nederland wees onderzoek uit (*Van den Broek et al. 2010*) dat van STEM-ge-diplomeerden uit de Nederlandse hogescholen slechts 43% direct een job vond in de STEM-sector. Bij de STEM-ge-diplomeerden van de universiteiten lagen de percentages nog lager. Mannelijke STEM-ge-diplomeerden bleken beter door te stromen naar STEM-sectoren dan vrouwen met een STEM-diploma.
- Ook in Zwitserland werd vastgesteld dat, behalve in de bouw- en ICT-sector, veel STEM-ge-diplomeerden terechtkomen in niet-STEM-jobs (*B,S,S 2010*). Het omgekeerde fenomeen blijkt zich zelden voor te doen.
- Volgens het Institut der deutschen Wirtschaft (*Anger et al. 2012*) zijn er in Duitsland momenteel 2,3 miljoen hogere STEM-ge-diplomeerden actief. Daarvan werkt slechts 1,4 miljoen in STEM-beroepen. Zelfs als we rekening houden met andere beroepen waarin STEM noodzakelijk is (onderwijsjobs met betrekking tot STEM-vakken, bepaalde managementberoepen, ...) blijven er nog vele honderdduizenden hogere STEM-ge-diplomeerden over in beroepen met een laag STEM-gehalte.
- Historische vergelijkingen van arbeidsmarktgegevens in Oostenrijk (*Schneeberger et al. 2007*) tonen aan dat hogere STEM-ge-diplomeerden nu minder dan vroeger in traditionele STEM-sectoren terechtkomen. Dat heeft natuurlijk ook

te maken met de ontwikkeling van de dienstensectoren. Verder blijkt dat tussen 1990 en 2001 het percentage Oostenrijkse ingenieurs dat in specifieke STEM-jobs terecht komt afgenomen was.

- Uit studies door de Britse overheid (*BIS 2009*) kan opgemaakt worden dat ongeveer een derde van de STEM-geplomeerden van de universiteiten in niet-STEM jobs terecht komt. Een recent onderzoek over de onderliggende redenen daarvoor (*Mellors-Bourne 2011*) stelde vast dat heel wat factoren bijdroegen tot dit fenomeen. De meest geciteerde factor door de STEM-geplomeerden zelf was dat ze niet-STEM jobs interessanter vonden. Dit kwam ook naar voren bij de bevraging van de werkgevers, die er wel aan toevoegden dat veel STEM-geplomeerden geen zicht hadden op wat werken in een STEM-job precies inhield.
- In een enquête bij studenten ingenieur in Frankrijk (*CDEFI 2009*) antwoordde 19% van de mannelijke en 10% van de vrouwelijke studenten met een duidelijk neen op de vraag of ze later als ingenieur wilden werken. Op de vraag aan de studenten of ze verwachtten om binnen zeven jaar te werken in een ingenieursgerelateerd gebied, antwoordde 21% van de mannelijke en 33% van de vrouwelijke studenten negatief.

Op basis van dergelijke onderzoeken formuleren we de hypothese dat het niet doorstromen van STEM-geplomeerden naar STEM-beroepen zowel te maken heeft met de rekruteringspatronen bij werkgevers als de intenties van de afgestudeerden zelf.



## 4.4 DE BEHOEFTE AAN STEM IN DE VOOROPLEIDING

### 4.4.1 Zes op de tien hebben voldoende STEM gehad in hun opleiding

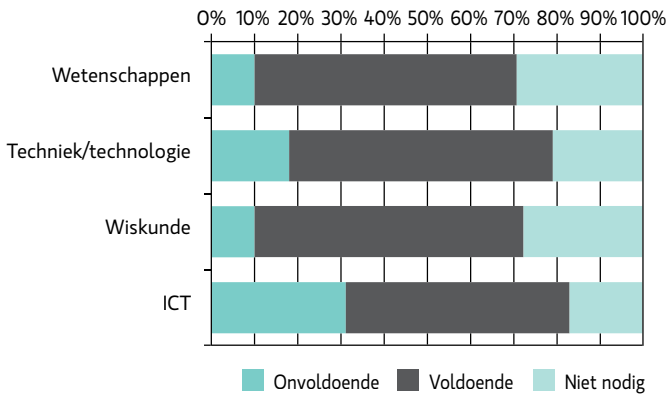
De bevraging bij de STEM-gediplomeerden over het STEM-gehalte van de eerste en huidige job werd aangevuld met enkele vragen met betrekking tot hun opleiding/studie.

Een eerste vraag luidde: *“Met betrekking tot uw job, in welke mate kreeg u in uw opleiding/studie voldoende wetenschappen, techniek/technologie, wiskunde en ICT?”*. Antwoordmogelijkheden waren ‘voldoende’, ‘onvoldoende’ of ‘niet nodig in de job’. Deze vraag werd zowel gesteld voor de eerste als voor de huidige (of laatste) job. Omdat het STEM-gehalte van de huidige job gemiddeld genomen hoger is dan de STEM-inhoud van de eerste, beperken we ons hier tot de resultaten die betrekking hebben op de huidige job van de respondenten.

De algemene resultaten zijn weergegeven in Figuur 45. Alle gediplomeerden samen genomen, vindt zes op tien dat ze voldoende wetenschappen, techniek/technologie en wiskunde gekregen hebben. De helft vindt dat ze voldoende ICT gekregen hebben.

Opnieuw blijkt dat veel afgestudeerden hun STEM-opleiding niet nodig hadden voor hun huidige job (20% tot 30% voor elk van de STEM-gebieden). Interessant is echter ook de observatie dat voor 10% tot 30% van de STEM-gediplomeerden er toch ook lacunes waren in de STEM-opleiding. Dat is in de eerste plaats zo voor ICT, en vervolgens voor techniek en technologie.

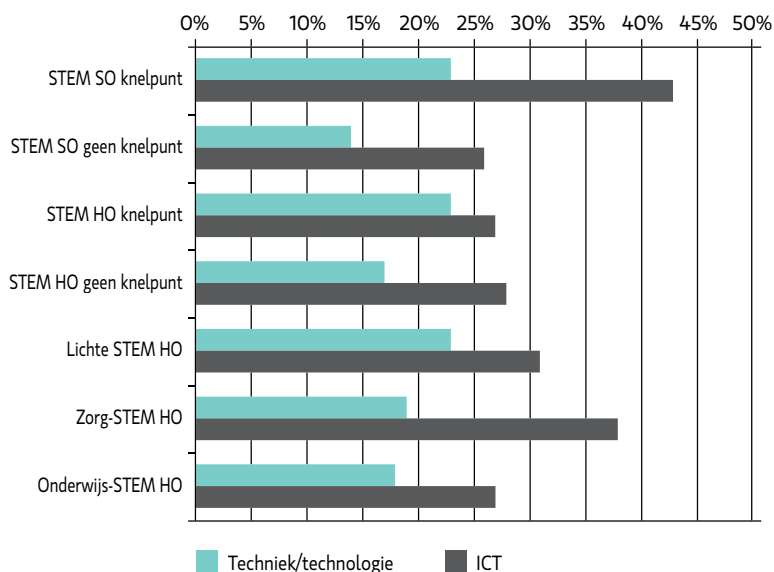
**Figuur 45. Appreciatie over de hoeveelheid STEM tijdens de opleiding**



Verder hebben we vastgesteld dat deze cijfers enigszins verschillen naargelang de subgroep. Consistent met andere bevindingen in het onderzoek blijken STEM-gediplomeerden uit het secundair onderwijs hun STEM-vakken minder nodig te hebben in hun job dan deze uit het hoger onderwijs. STEM-gediplomeerden met diploma's die leiden naar knelpuntberoepen vinden meer dan anderen dat ze voldoende STEM gehad hebben in hun opleiding, en minder dat ze die niet nodig hebben. Ze komen dus ook effectief meer terecht in STEM-knelpuntberoepen.

We wijzen er finaal nog op dat in alle STEM-categorieën een belangrijk deel van de respondenten vindt dat ze onvoldoende ICT en techniek/technologie hebben gekregen.

**Figuur 46. Relatief aantal respondenten dat onvoldoende ICT en techniek kreeg tijdens de opleiding**



#### 4.4.2 De STEM-gediplomeerden zijn vragende partij voor meer ICT in het secundair onderwijs

Een vraag in het onderzoek die verwant was aan de vorige, peilde naar de tevredenheid over de gevolgde STEM-studierichting. De vraag luidde als volgt: *“Met uw huidige beroepservaring, zou u, indien u opnieuw zou kunnen kiezen in het secundair onderwijs een richting kiezen met meer, evenveel of minder ‘Exacte wetenschappen’, ‘Techniek – technologie’, ‘Wiskunde’ of ‘ICT’?”*

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 32.

**Tabel 32. Keuze voor meer of minder STEM in het secundair onderwijs**

		STEM SO knel- punt	STEM SO geen knel- punt	STEM HO knel- punt	STEM HO geen knel- punt	Lichte STEM HO	Zorg- STEM HO	Onder- wijs- STEM HO	Totaal
<b>Exacte wetenschappen</b>	Meer	23%	22%	17%	27%	15%	20%	13%	<b>21%</b>
	Evenveel	63%	51%	77%	67%	74%	75%	72%	<b>69%</b>
	Minder	13%	27%	6%	7%	11%	5%	15%	<b>10%</b>
<b>Techniek/technologie</b>	Meer	56%	47%	43%	40%	30%	20%	28%	<b>39%</b>
	Evenveel	39%	44%	56%	57%	70%	74%	63%	<b>57%</b>
	Minder	4%	9%	1%	3%	0%	7%	8%	<b>4%</b>
<b>Wiskunde</b>	Meer	20%	19%	13%	15%	4%	9%	18%	<b>14%</b>
	Evenveel	63%	56%	77%	72%	93%	79%	72%	<b>72%</b>
	Minder	18%	25%	9%	13%	4%	13%	10%	<b>14%</b>
<b>ICT</b>	Meer	64%	52%	46%	56%	37%	41%	40%	<b>49%</b>
	Evenveel	28%	40%	51%	42%	59%	55%	58%	<b>46%</b>
	Minder	8%	9%	3%	3%	4%	4%	2%	<b>4%</b>

De respondenten zijn duidelijk vragende partij voor meer ICT in het secundair onderwijs. Ook stellen we vast dat de respondenten, op 'wiskunde' na, frequenter het antwoord 'meer' geven dan het antwoord 'minder'. Vooral voor 'techniek-technologie' en 'ICT' is dit het geval. Uit de antwoorden kan men ook afleiden dat de HO-gediplomeerden lichte STEM, zorg-STEM en onderwijs-STEM minder frequent vragende partij zijn voor 'meer' van deze vakken dan de andere STEM-gediplomeerden. Vooral voor 'techniek-technologie' en 'wiskunde' is dit verschil opvallend.

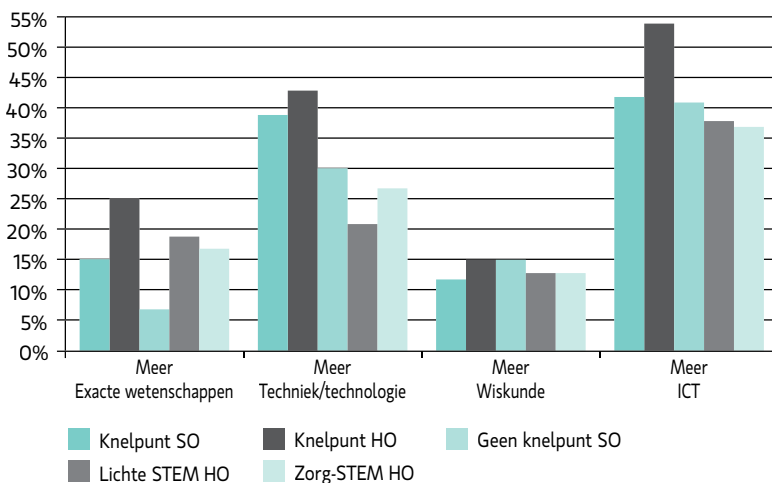
#### **4.4.3 Vraag naar meer technologie en ICT in STEM-opleidingen in het hoger onderwijs**

De laatste vraag in het onderzoek luidde: "Met uw huidige beroepservaring, zou u, indien u opnieuw zou kunnen kiezen in het hoger onderwijs een richting kiezen met

meer, evenveel of minder 'Exacte wetenschappen', 'Techniek – technologie', 'Wiskunde' of 'ICT'?" De desbetreffende antwoorden omvatten uiteraard enkel de respondenten met een diploma hoger onderwijs.

De antwoordpatronen zijn vrij gelijklopend met deze op de vorige vraag. Zo zijn de STEM-gediplomeerden uit het hoger onderwijs opnieuw vragende partij voor meer ICT tijdens hun hogere studies. Wiskunde scoort het laagst op dit gebied.

**Figuur 47. Relatief aandeel van de respondenten die een richting met meer STEM-vakken zouden kiezen in het hoger onderwijs.**



# HOOFDSTUK 5

## FACTOREN DIE DE KEUZE VOOR STEM BEÏNVLOEDEN

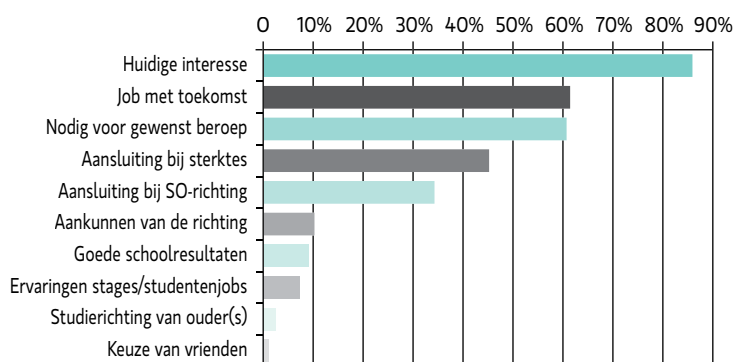
*In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de factoren die de studie- en beroepskeuze van jongeren bepalen. Het hoofdstuk is gebaseerd op literatuuronderzoek en contacten met tientallen experts in binnen- en buitenland. De referentielijst op het einde van het rapport bevat niet enkel de geconsulteerde publicaties en rapporten, maar ook een aantal belangrijke primaire bronnen waarnaar in de geciteerde publicaties wordt verwezen.*

### 5.1 INLEIDEND: ENKELE ALGEMENE BEVINDINGEN

#### 5.1.1 Verschillende factoren spelen een rol bij de studiekeuze van Vlaamse jongeren

De voorbije jaren werden een aantal studies uitgevoerd die enig licht werpen op de motieven van Vlaamse jongeren om al dan niet een bepaalde studierichting te kiezen. Het gaat in dergelijke onderzoeken meestal om de keuze voor een studierichting in het hoger onderwijs.


Een studie van Agoria (*Hauttekeete 2007*) bevroeg jongeren naar de factoren die hun studiekeuze bepaalden of bepaald hadden. De (verkorte) antwoorden zijn in Figuur 48 weergegeven.

**Figuur 48. Factoren die de studiekeuze van Vlaamse jongeren bepalen (2007)**

Bron: Agoria Vlaanderen (Hauttekeete 2007)

Niet minder dan 86% van de jongeren stelde in 2007: “Ik kies een studierichting die past bij mijn huidige interesse”. Op nummer twee en drie kwamen de stellingen “Ik kies voor een studierichting waarvan ik weet dat er toekomst in zit” en “Ik kies mijn studierichting in functie van het beroep dat ik later wil uitoefenen”. Zes jongeren op de tien gaan akkoord met deze twee stellingen. De vierde belangrijkste factor is de aansluiting van de studierichting bij de vakken waarin de jongere nu heel goed is. We zien dus een mix van verschillende motivatiefactoren.

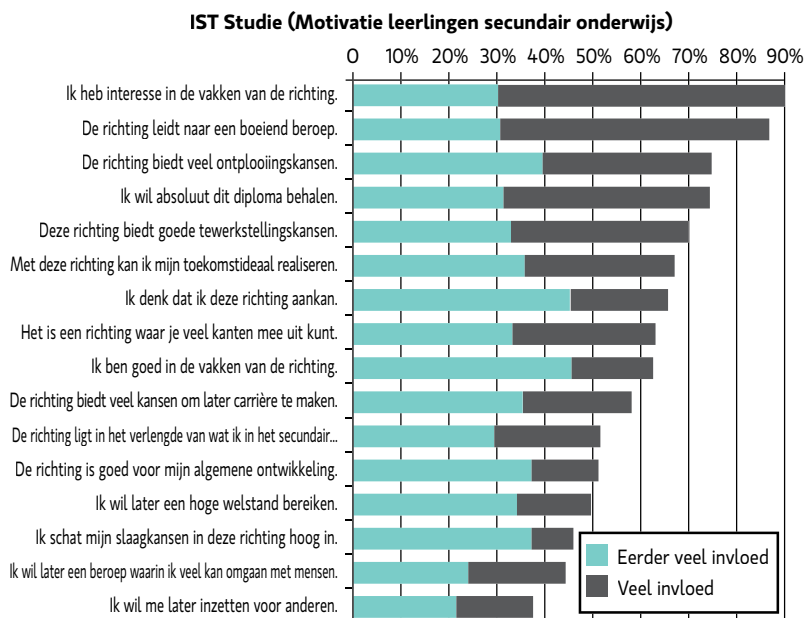
Analoge resultaten vinden we bij analyses op basis van oudere LOSO-gegevens (1990-2000) over studiekeuzepatronen in het Vlaamse secundair onderwijs (De Fraine & Pinxten 2011). Uit het onderzoek bleek onder andere dat leerlingen die goede prestaties halen voor een bepaald vak, dat vak vaker kiezen in een verder stadium. Meisjes blijken anders te kiezen dan jongens, maar analyse van de



gegevens toonde aan dat het verschil in het secundair onderwijs bijna volledig verklaard kan worden door de lagere interesse van meisjes in wetenschappen. De belangrijkste studiekeuzegerelateerde psychologische factoren bleken te zijn: interesse (“Ik vind aardrijkskunde interessant”), bruikbaarheid en belang (“Het is belangrijk om Engels te kennen”), academisch zelfconcept (“Ik ben nogal sterk in wiskunde”) en plezier (“Biologie vind ik leuk”). Uit een bevraging van laatstejaars in ASO-STEM-richtingen (Van Aerschot et al. 2003) bleek dat interesse veruit het belangrijkste motief was bij de keuze van een studierichting in het hoger onderwijs, zowel bij jongens als bij meisjes.

Op vraag van het Instituut Samenleving en Technologie (IST) werd in 2012 door onderzoekers van de Universiteit Antwerpen een nieuw onderzoek uitgevoerd naar de studiekeuzemotieven van de Vlaamse jongeren (Lauwers et al. 2012). Dit verzoek verliep parallel aan het onze en was nog niet afgerond in september 2012. We hebben wel inzage gekregen in een aantal voorlopige resultaten, waarvan we er enkele zullen vermelden in dit rapport. We zullen daarbij spreken van ‘de IST-studie’. Volgens de IST-studie zijn momenteel de belangrijkste studiekeuzebepalende factoren voor scholieren uit het secundair onderwijs de volgende (Figuur 49).



**Figuur 49. Meestgenoemde studiekeuzebepalende factoren voor scholieren (2012)**

Bron: IST (Lauwers et al. 2012)

Opnieuw valt op dat een hele reeks factoren meespelen: interesse voor de vakken, voorbereiding op een bepaald beroep, ontplooiingskansen en beroepsmogelijkheden, enz.

De IST-studie omvatte ook een bevraging bij leerlingen in de 3de graad (laatste 2 jaar) van de lagere school. Uit de analyses blijkt onder meer dat er reeds op die leeftijd sprake is van een genderverschil: jongens blijken meer geïnteresseerd in een

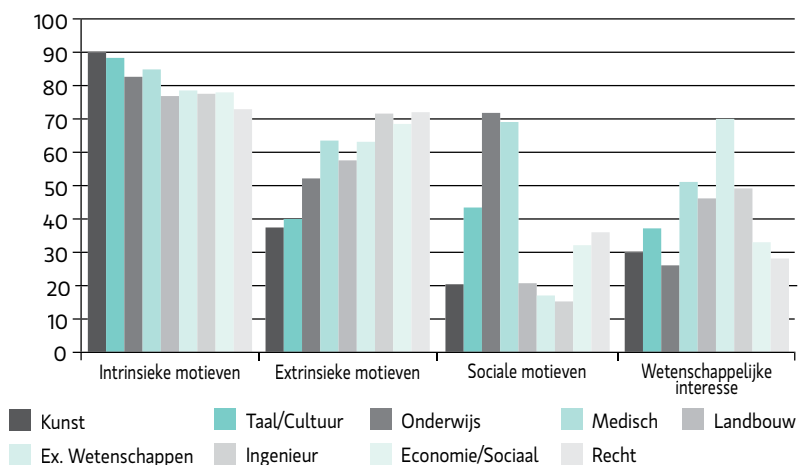
STEM-beroep dan meisjes. Plezier in wetenschap (in het basisonderwijs) blijkt ook de intentie te verhogen om later te kiezen voor een STEM-beroep. Het genderverschil zet zich door in het secundair onderwijs. Voor meer details en duiding over deze resultaten verwijzen we naar de oorspronkelijke IST-studie zelf.

### **5.1.2 Studiekeuzebepalende factoren verschillen sterk tussen jongeren**

Het belang van de onderscheiden studiekeuzebepalende factoren verschilt van persoon tot persoon. Het komt wellicht niet meer als een verrassing dat de motieven van jongens en meisjes sterk verschillen. Maar er zijn ook grote verschillen naargelang het gekozen studiegebied.

In Duitsland wordt door HIS (*Hochschul-Informationssystem*) sinds meer dan 10 jaar nauwkeurig bijgehouden welke factoren een rol spelen bij de studiekeuze van studenten uit verschillende studiegebieden (zie o.a. *Willich et al. 2011*). Als we de onderzochte factoren groeperen in 4 clusters – intrinsieke motieven, extrinsieke motieven, sociale motieven, wetenschappelijke interesse – dan krijgen we een algemeen beeld van de verschillen in motieven tussen studenten van verschillende studiegebieden (zie Figuur 50). Het gaat in deze grafiek over de redenen die nieuwe eerstejaarsstudenten aangeven voor de keuze van hun studierichting (na omzetting van de antwoorden op een schaal met maximale waarde 100).

**Figuur 50. Relatief belang van soorten studiekeuzemotieven bij Duitse generatiestudenten**

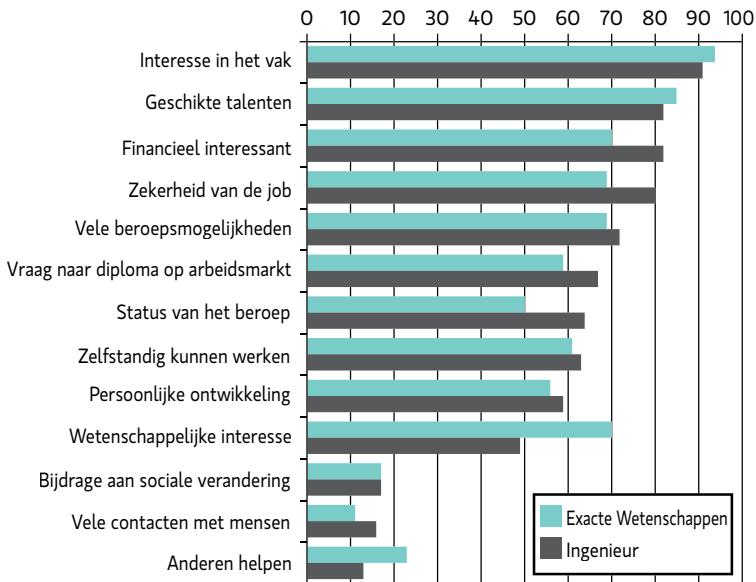


Bron: Eigen bewerking op basis van gegevens HIS (Willich et al. 2011)

Uit deze grafiek blijkt dat intrinsieke motieven, zoals interesse in het vak en persoonlijke ontwikkeling, voor alle studenten zeer belangrijk zijn, en dit ongeacht de studierichting die ze gekozen hebben. Maar er zijn wel grote verschillen tussen studiegebieden met betrekking tot de andere soorten motieven. Bij studenten in een medische of onderwijsstudierichting spelen de sociale motieven sterk mee. Dit is echter nauwelijks het geval bij studenten die een opleiding in de exacte of toegepaste wetenschappen hebben aangevat. Bij deze groepen spelen dan weer extrinsieke motieven zoals de vele beroepsmogelijkheden en sociale status een belangrijke rol.

In de volgende figuur geven we in meer detail de specifieke (niet-geclusterde) factoren die meespeelden bij de studiekeuze van Duitse studenten die de studies van ingenieur of exacte wetenschappen hebben aangevat.

**Figuur 51. Studiekeuzefactoren bij Duitse generatiestudenten ingenieur en exacte wetenschappen**



Bron: Eigen bewerking op basis van gegevens HIS (Willich et al. 2011)

De motiverende factoren blijken voor deze twee groepen gelijklopend te zijn. Studenten in de exacte wetenschappen hebben wel een hogere wetenschappelijke

interesse, terwijl ingenieursstudenten wat meer belang hechten aan extrinsieke factoren zoals financiële perspectieven, jobzekerheid en status. Dat ingenieursstudenten zich wat meer laten leiden door extrinsieke motieven dan studenten exacte wetenschappen is overigens ook in andere landen vastgesteld (*zie bv. voor Oostenrijk ÖIBF 2004*).

Enkele andere algemene bevindingen die kunnen afgeleid worden uit de HIS-cijfers in Duitsland (*Willich et al. 2011*) zijn:

- Intrinsieke motieven zijn even belangrijk voor jongens als voor meisjes (maar wat ze interessant vinden verschilt).
- Extrinsieke motieven zoals beroepsmogelijkheden spelen een grotere rol bij jongens dan bij meisjes.
- Sociale motieven zoals anderen helpen spelen veel meer bij meisjes dan bij jongens bij het bepalen van de studiekeuze.
- Hogeschoolstudenten zijn meer extrinsiek gemotiveerd dan universiteitsstudenten.
- De laatste tien jaar is er weinig evolutie in het relatief belang van de verschillende motieven.

Deze laatste vaststelling impliceert niet dat de studiekeuzepatronen zelf onveranderd blijven. Ook al blijft het belang van bijvoorbeeld factoren als 'interesse' of 'beroepsmogelijkheden' stabiel in de tijd, de interesses van de scholieren of hun inschatting van de beroepsmogelijkheden kunnen wel wijzigen – en bijgevolg ook de studiekeuze. Als je de interesses van scholieren zou kunnen beïnvloeden en/of hen de beroepsmogelijkheden anders laat inschatten (bij scholieren die dat belangrijk vinden) dan kan je wel degelijk hun studiekeuze beïnvloeden.

### 5.1.3 Het 'expectancy-value'-model van Eccles als raamwerk voor studie-keuzemotieven

In de reeds vermelde studies en in de geraadpleegde internationale literatuur worden tal van factoren genoemd die de studiekeuze van jongeren bepalen, zowel in het secundair als in het hoger onderwijs. Deze factoren zijn gerelateerd aan de jongeren zelf (m.i.v. hun thuissituatie), aan de betrokken studierichtingen en aan de beroepsperspectieven na de studies. Het gaat in de praktijk om vele tientallen factoren die vaak dan nog met elkaar gecorreleerd zijn. We zijn daarom op zoek gegaan naar een raamwerk waarin we al de factoren konden plaatsen die leiden tot het al dan niet kiezen voor STEM-studierichtingen.

Uiteindelijk hebben we gekozen voor een onderdeel van het 'expectancy-value'-model van Eccles en haar collega's (Eccles et al. 1983; Eccles 1994; Wigfield & Eccles 2000). Dat model wordt ook gebruikt als referentiekader door verschillende onderzoekers die zich specifiek met de STEM-problematiek bezighouden, o.a. deze van de universiteit van Oslo (zie o.a. referenties van Henriksen, Bøe en Schreiner). Binnen dat model spitsen we ons toe op vijf groepen van factoren die de keuze en motivatie van jongeren voor hun verdere studies bepalen. Deze kunnen als volgt omschreven worden:

(1) **Interest-enjoyment value** (interesse en plezier in een vak of studierichting).

Dit betreft de mate waarin een jongere in een onderwerp geïnteresseerd is en de mate waarin hij of zij denkt plezier (enjoyment) te beleven aan de studie ervan. In de literatuur wordt 'interest-enjoyment value' soms '**intrinsic value**' genoemd. Het is sterk gerelateerd aan de intrinsieke motivatie (zie bijvoorbeeld Ryan & Deci 2000). Indien jongeren weinig interesse hebben voor bepaalde onderwerpen dan zullen ze waar mogelijk de studierichting of de vakken mijden.

*"Biologie fascineert mij, in het bijzonder alles wat met dieren te maken heeft."*

*"Hoe kan iemand nu graag wiskunde studeren?"*

*"In die ontwerpen kan ik me echt uitleven."*

*"Natuurkundelessen vind ik saai."*

- (2) **Self-efficacy & expectation of success** (geloof in eigen kunnen (zelfeffectiviteit) en verwachting op succes in een vak of studierichting). Hoe hoger jongeren hun eigen mogelijkheden en kansen inschatten om met succes een bepaalde studierichting te kunnen volgen, hoe groter de kans dat ze ook zullen kiezen voor de opleiding. Het geloof in eigen kunnen resulteert van vroegere ervaringen (o.m. resultaten op school), de verwachtingen en het zelfbeeld van de jongere. Zelfeffectiviteit en verwachting op succes zijn gerelateerd aan de *personal efficacy beliefs* van Bandura (zie bv. Bandura 1997; Bandura et al. 2001).

*"Bio-ingenieur is een opleiding die ik aankan."*

*"De richting economie-wiskunde is te zwaar voor mij."*

*"Die opleiding stelt te hoge eisen op gebied van wiskunde en natuurkunde."*

*"Ik probeer eerst een bacheloropleiding te volgen, en als dat lukt kan ik via een schakeljaar toch nog een masterdiploma halen."*

- (3) **Attainment value** (het belangrijk vinden goed te presteren voor een vak of studierichting). Hier gaat het om hoe belangrijk een jongere het vindt om goed te scoren in een vak of studierichting. Dat is sterk gerelateerd aan de mate waarin de identiteit van de jongere matcht met het beeld dat ze hebben van de studenten en afgestudeerden van die studierichting. Een jongere die het belangrijk vindt om goed te presteren zal een studierichting zoeken waarin hij of zij dat kan bewijzen. Als jongeren zich helemaal niet verwant voelen met het

beeld dat ze hebben van ingenieurs of wetenschappers (of van de studenten in de corresponderende opleidingen), dan zijn ze ook minder geneigd om voor dat soort studierichtingen te kiezen. Door een bepaalde studierichting (niet) te kiezen versterken jongeren hun identiteit.

*"In de opleiding wiskunde zitten alleen maar nerds."*

*"Wetenschapper worden is echt iets voor mij."*

*"Ik heb er altijd van gedroomd om zelfstandige elektricien te zijn."*

*"Bouwvakkers zijn allemaal macho's."*

(4) **Utility value** (nut van de studie). Een vak of studierichting wordt beoordeeld op zijn nut en bruikbaarheid voor het bereiken van bepaalde doelstellingen: werkzekerheid, sociale status, zich kunnen inzetten voor anderen,... In feite gaat het om extrinsieke motivatie-factoren (Ryan & Deci 2000), met inbegrip van sociale motieven. Ook kortetermijndoelstellingen, zoals bijvoorbeeld dezelfde keuzevakken volgen als een vriend, zorgen voor utility value.

*"Eenmaal ingenieur zal ik kunnen kiezen uit een brede waaier van jobs."*

*"Met een diploma hoger onderwijs heb ik meer kansen op de arbeidsmarkt."*

*"Het is tof dat de meeste van mijn vriendinnen kiezen voor verpleegkunde."*

*"In deze opleiding mogen alle studenten naar het buitenland."*

(5) **Relative cost** (relatieve kost van de studie). Dit heeft betrekking op de negatieve implicaties die het gevolg zouden zijn van de keuze voor een vak of een studierichting. Het kan effectief gaan om de financiële kosten, maar vaak slaat het meer op de inspanningen die de jongere moet leveren om te slagen in de studie. Deze worden (vaak impliciet) afgewogen tegenover de positieve motiefactoren. Indien de inspanningen of kosten in de ogen van jongeren niet in verhouding staan tot de waarden (interesse, identificatie, utiliteit) dan zullen



ze er niet voor kiezen. Relatieve kost omvat ook de opportuniteiten die verloren gaan door het kiezen voor een studierichting en emotionele implicaties zoals angst en onzekerheid.

*“Door die optie te kiezen kan je gemakkelijk veel studiepunten halen”*

*“Wie studeert voor ingenieur heeft geen tijd voor hobby’s of om veel uit te gaan”*

*“Die Engelstalige opleiding is goedkoper in Maastricht dan in Engeland”*

*“De opleiding duurt 5 jaar maar daarna vind je wel nauwelijks werk”*

Het voordeel van dit model is dat het in staat is heel wat studiekeuzefenomenen te verklaren, zowel op secundair als op hoger niveau. De resultaten van studies die we eerder in dit hoofdstuk reeds vermeldden en ook deze uit veel andere studies kunnen in dit model ingepast worden. Zoals we verder zullen zien kan het ook de grote verschillen verklaren tussen jongens en meisjes op gebied van STEM-studiekeuze en waarom bepaalde STEM-richtingen populairder zijn dan andere. Aangezien veel van de factoren die bijdragen tot de motivatie van jongeren subjectief zijn en ingegeven door een onvolledig en clichématig beeld van studierichtingen en beroepen, biedt het model ook handvatten om de motivatie van jongeren te kunnen beïnvloeden.

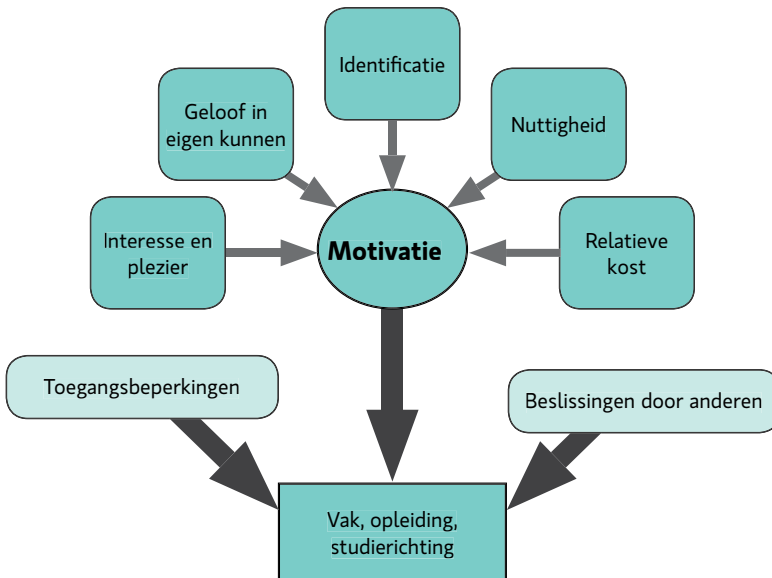
We wijzen er wel op dat dit model enkel de motivatie van jongeren voor een bepaalde studierichting kan verklaren. Maar motivatie is niet de enige factor die uiteindelijk bepaalt in welke studierichting een jongere terechtkomt. De ‘keuze’ van jongeren is immers nooit geheel vrij, omdat er meestal beperkingen zijn. Zo kunnen er restricties zijn op de toegang tot de studies (numerus clausus). Het is misschien niet mogelijk om de gewenste studies te volgen aan de gekozen onderwijsinstelling of men voldoet niet aan de voorwaarden om de studie te mogen

aanvatten. Er is ook de vaststelling dat ouders (en in mindere mate anderen zoals leerkrachten) een grote invloed hebben op de keuze van studierichtingen, niet enkel in het secundair onderwijs maar ook nog in het hoger onderwijs. Zeker ouders kunnen verhinderen (en doen dat soms ook) dat hun kind voor een bepaalde studierichting kiest.

#### 5.1.4 Structuur van dit hoofdstuk

De vijf motivatiefactoren van Eccles en de andere factoren zijn schematisch weergegeven in Figuur 52.

**Figuur 52. Schematische weergave van studiekeuzebepalende factoren**



Al deze factoren worden in de rest van dit hoofdstuk besproken. In de volgende sectie gaan we eerst uitgebreid in op de interesse van jongeren voor STEM. Er is immers zeer veel onderzoek dat aangeeft dat de intrinsieke interesse van jongeren voor (STEM-)vakken en -studierichtingen de belangrijkste factor is die de (STEM-)studiekeuze bepaalt (zie o.a. *Lent et al. 1994; Fouad & Smith 1996; Seymour & Hewitt 1997; Cleaves 2005; Lindahl 2007; Schreiner et al. 2010; Willicht et al. 2011*).

In de daaropvolgende sectie bespreken we de vier andere factoren van het model van Eccles: geloof in eigen kunnen, identificatie, nut en relatieve kost. We bespreken ook de grote genderverschillen in een aparte sectie.

In de laatste secties bespreken we externe factoren die het studiekeuzeprocess beïnvloeden en presenteren we enkele pogingen tot STEM-typologieën van jongeren.

## 5.2 INTERESSE VAN JONGEREN IN WETENSCHAP EN TECHNIEK

### 5.2.1 De algemene houding van jongeren t.o.v. wetenschap en techniek is positief

Verschillende internationale onderzoeken en rapporten, waaronder de PISA-onderzoeken van de OESO (zie de verschillende OECD-referenties), de Eurobarometers van de Europese Commissie (Europese Commissie 2005) en het ROSE-onderzoek (ROSE<sup>36</sup>), hebben aangetoond dat de Europeanen, zowel volwassenen als jongeren, over het algemeen positief staan tegenover wetenschap en techniek.

<sup>36</sup> Er zijn diverse publicaties waarin de resultaten van het ROSE-onderzoek worden gerapporteerd (zie bij de referentielijst de publicaties van Sjöberg en Schreiner). We zullen verder verwijzen naar deze referenties als 'ROSE'.



De Eurobarometer van 2005 geeft aan dat er bij de Europese bevolking hoge interesse is voor wetenschap en techniek. In het PISA-onderzoek werd vastgesteld dat meer dan 90% van de jongeren wetenschappen en het belang van wetenschappelijk onderzoek apprecieerden. In het ROSE-onderzoek bij (hoofdzakelijk 15-jarige) jongeren kwamen enkele vragen aan bod die identiek waren met deze in de Eurobarometerstudie. Die bevestigen de algemene positieve houding van jongeren naar wetenschap en techniek. Zo gaan bijna vier op de vijf Europese<sup>37</sup> jongeren akkoord met de stelling *“Science & Technology are important for society”*. De ROSE-onderzoeken hebben wel aangetoond dat in de meeste Westerse landen jongeren een wat meer sceptische en ambivalente houding hebben tegenover wetenschap en techniek dan volwassenen.

Ook uit de focusgroepdiscussies die werden georganiseerd in het kader van de IST-studie is gebleken dat Vlaamse studenten over het algemeen een positief beeld hebben over wetenschappen en technologie. Wetenschap en technologie werden er ook gezien als oplossingen voor ziektes en maatschappelijke problemen.

Uit de vermelde en ook andere onderzoeken blijkt verder dat jongens positiever staan tegenover wetenschap en techniek dan meisjes. Deze attitudeverschillen zijn groter bij techniek dan bij wetenschap, bestaan al in het basisonderwijs en nemen toe met de leeftijd (zie bv. Regioplan 2010).

<sup>37</sup> Het ROSE-onderzoek vond niet in alle Europese landen plaats. Het Europese gemiddelde betreft een (zelf berekend) gemiddelde van de cijfers voor de volgende landen: Denemarken, Duitsland, Engeland, Estland, Finland, Griekenland, Ierland, Letland, Noord-Ierland, Noorwegen, Oostenrijk, Polen, Portugal, Schotland, Slovenië, Tsjechië, Zweden.

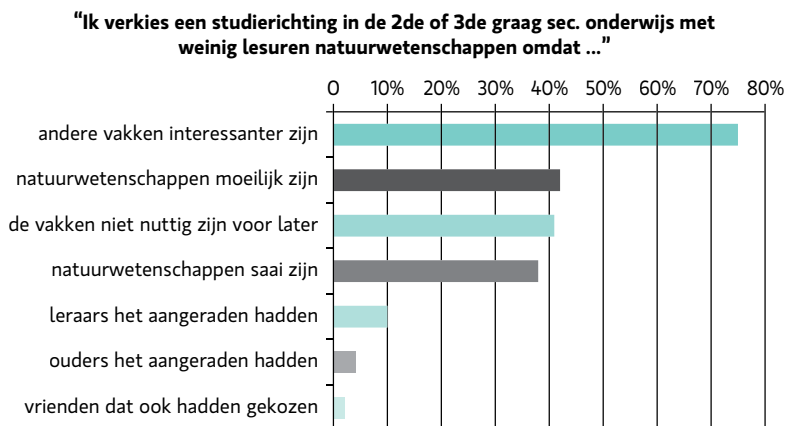
### **5.2.2 Vlaamse jongeren zijn zelden enthousiast over wetenschapsonderwijs**

Tegenover de algemene positieve houding naar wetenschap en techniek staat bij jongeren een minder positieve houding naar en minder interesse voor wetenschap en techniek op school. De interesse in en appreciatie voor STEM-vakken op school is veel lager dan deze voor wetenschap en techniek in het algemeen. Dit fenomeen stellen we zowel vast in Vlaanderen als in het buitenland. In deze paragraaf illustreren we dit eerst met enkele Vlaamse gegevens; daarna presenteren we een aantal interessante buitenlandse onderzoeksresultaten.

Reeds meer dan 15 jaar geleden bleek dat Vlaamse achttienjarigen de vakken scheikunde en natuurkunde niet boeiend, niet maatschappelijk relevant, niet praktisch en bovendien moeilijk vonden, ook in vergelijking met het gemiddelde van alle schoolvakken van het secundair onderwijs (*Colla & Goosense-Gevelers 1998*). Rond de eeuwwisseling constateerde de Vlaamse onderwijsinspectie dat het vak 'Technologische opvoeding' in de eerste graad van het secundair onderwijs eerder desinteresse voor techniek opwekte dan interesse (*Inspectie van het Vlaams Onderwijs 2001*). Toen in 2003 de eerste PISA-resultaten bekend geraakten, bleek dat Vlaamse scholieren het vak wiskunde niet graag volgden, terwijl ze nochtans bij de wereldtop hoorden inzake wiskundige geletterdheid. In 2007 toonde een Agoria-studie aan dat slechts een derde van de jongeren de lessen technologische opvoeding boeiend vond (*Hauttekeete 2007*).

In een onderzoek bij Vlaamse scholieren voor het Departement EWI (IPSOS 2006) werd hen o.m. de vraag gesteld waarom ze in de tweede en derde graad een studierichting kozen met weinig lesuren natuurwetenschappen. 75% van de scholieren gaf aan dat andere vakken interessanter waren, en ook 38% vond dat natuurwetenschappen saai waren (Figuur 53).

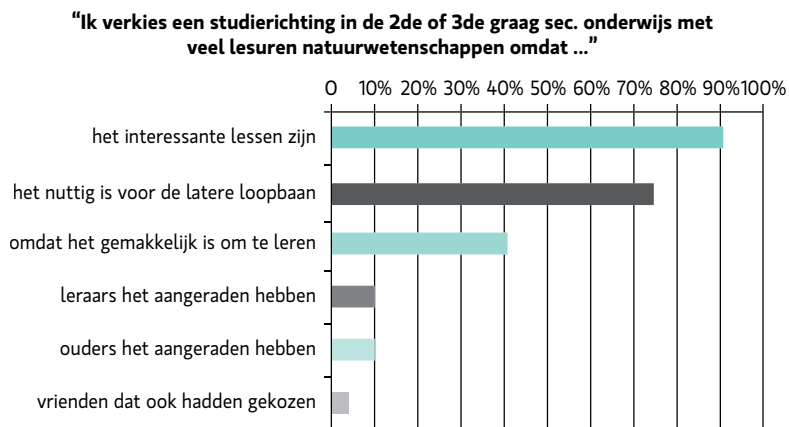
**Figuur 53. Redenen om studierichtingen met weinig uren natuurwetenschappen te kiezen**



Bron: Departement EWI (IPSOS 2006)

Interessant was ook het “omgekeerde” resultaat, met name het antwoord op de vraag aan scholieren die wel veel lesuren wetenschappen wensten in de derde graad, waarom dit zo was. Als veruit het belangrijkste argument kwam “interessante lessen” naar boven (Figuur 54).

**Figuur 54. Redenen om studierichtingen met veel uren natuurwetenschappen te kiezen**



Bron: Departement EWI (IPSOS 2006)

Samengevat: de interesse van Vlaamse jongeren voor STEM-vakken op school is bij velen niet erg hoog. Tegelijkertijd weten we dat de interesse in vakken een voorspellende factor is voor hun verdere studie- en beroepskeuze. De gevolgen laten zich raden...

### **5.2.3 Ook internationaal staan jongeren niet zo positief tegenover wetenschap op school**

Dit verschijnsel is evenwel niet uniek voor Vlaanderen. Buitenlandse en internationale onderzoeken stoten steeds op dezelfde vaststellingen:

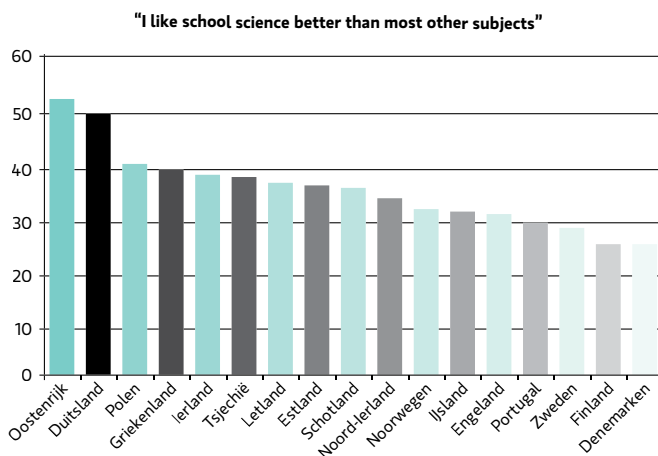
- (1) De (des)interesse van jongeren voor bepaalde schoolvakken bepaalt sterk hun verdere studie- en beroepskeuze.
- (2) De interesse van veel jongeren voor STEM-vakken is laag. Gelet op de voorgaande vaststelling impliceert dit dat deze jongeren niet geneigd zijn om voor STEM-studierichtingen te kiezen.
- (3) De interesse van meisjes in STEM op school is significant lager dan die van jongens. Hun motivatie voor STEM-richtingen is over het algemeen dus ook veel lager.

We laten enkele interessante resultaten uit buitenlands onderzoek de revue passeren.

De enquêtes van het internationale ROSE-onderzoek (ROSE) bevatten verschillende vragen aan scholieren (meestal 15-jarigen) over hun ervaring met wetenschap op school. De scholieren moesten ondermeer aangeven of ze het eens waren met de stelling "*I like school science better than most other subjects*". In Figuur 55 zijn de resultaten voor een aantal Europese landen weergegeven. In de meeste landen verkiest slechts ongeveer een derde van de jongeren schoolwetenschap boven de meeste andere schoolvakken. Enkel in Duitsland en Oostenrijk kan schoolwetenschap de helft van de leerlingen bekoren.



**Figuur 55. Aantal scholieren (op 100) dat schoolwetenschap verkiest boven de meeste andere vakken**



Bron: Bewerking van gegevens uit ROSE-onderzoek (University of Oslo)

Op basis van de antwoorden op deze en andere vragen in de enquêtes maakten de ROSE-onderzoekers de volgende algemene vaststellingen:


- (1) Meisjes zijn minder geïnteresseerd in STEM dan jongens, in het bijzonder in de meest ontwikkelde landen.
- (2) Wetenschappelijke vakken op school worden als minder interessant beschouwd dan andere vakken.
- (3) Leerlingen in minder ontwikkelde landen hebben een veel grotere interesse voor STEM-onderwerpen dan leerlingen in de meest ontwikkelde landen.
- (4) De typische STEM-onderwerpen die aan bod komen in schoolvakken scoren laag op gebied van interesse bij jongeren uit ontwikkelde landen.

- (5) Wetenschap op school doet niet denken aan interessante en uitdagende jobs.
- (6) Wetenschap op school draagt niet bij tot een beter begrip van het belang van wetenschap voor de maatschappij.
- (7) Wetenschap op school slaagt er niet in om veel nieuwsgierigheid op te wekken.

Uit de PISA-studies (zie *OECD-referenties*) is gebleken dat slechts 57% van de 15-jarigen vindt dat wetenschap voor hen persoonlijk relevant is. Haussler and Hoffmann (2000) kwamen op basis van hun onderzoekswerk tot de conclusie dat in de meerderheid van de natuurkundecursussen onvoldoende rekening gehouden wordt met de interesses van jongeren. Een Australische studie (Rennie et al. 2001) vond dat 40% van de leerlingen zich altijd verveelde in de lessen wetenschap – al was ook 43% vaak enthousiast. In het lager secundair onderwijs gaf slechts één leerling op vijf aan dat hij of zij de wetenschapslessen als nuttig of relevant beschouwde.

Britse studenten waren in 2003 van mening dat wetenschapsvakken op school bij hen geen interesse hadden opgewerkt voor de wereld rondom hen. Natuurkunde werd beschouwd als het meest vervelende vak; biologie als het populairste onder de wetenschapsvakken (Planet Science et al. 2003). Lyons (2006) observeerde dat schoolfysica slechts weinig jongeren intrinsiek kon motiveren. Hij onderzocht studies uit Zweden, Engeland en Australië en kwam tot de conclusie dat leerlingen zich vaak niet aangetrokken voelen door de 'autocratische' wijze waarop wetenschap in school wordt voorgesteld. De jongeren gaven ook aan dat schoolwetenschap mijlener verwijderd was van wat zij dagelijks in de wereld ervaren.

Osborne et al. (2003) onderzochten in detail de wetenschappelijke literatuur met betrekking tot jongerenattitudes tegenover wetenschap. Ze kwamen tot de vast-



stelling dat de houding en volharding van leerlingen sterk afhankelijk was van de wijze waarop leerkrachten erin slaagden om interesse op te wekken. Lyons en Quinn (2010) vonden dat de dalende inschrijvingen in wetenschappelijke studierichtingen bij 16-jarigen niet gerelateerd waren aan verminderde interesse in wetenschap maar wel aan het onvermogen van schoolwetenschap om jongeren te motiveren.

Uit deze onderzoeken mogen we besluiten dat de wijze waarop exacte wetenschappen worden aangeleerd op school vaak een negatieve invloed heeft op de motivatie voor jongeren om later studierichtingen te kiezen met een belangrijke component aan exacte wetenschappen.

#### **5.2.4 Goede STEM-scores in een land leiden niet naar hogere interesse**

Je zou verwachten dat naarmate leerlingen goed scoren in STEM-vakken op school, ze daar ook meer interesse in hebben en ook meer zelfvertrouwen krijgen. Dat is meestal ook het geval. Als een jongere (veel) beter scoort op een bepaald vak dan een andere jongere, dan zal de interesse meestal ook groter zijn, en zal deze jongere ook meer zelfvertrouwen hebben om gerelateerde verdere studies op dit gebied te volgen. Met andere woorden, interesse voor een onderwerp, prestaties op gerelateerde schoolvakken en geloof in eigen kunnen zijn met elkaar gecorreleerd.

Maar als we dit bekijken op macro-niveau, dan gaat deze vaststelling niet langer op. Verschillende auteurs (Ogura 2006; Osborne & Dillon 2008; Sjøberg en Schreiner 2010) hebben geobserveerd dat naarmate in een land de scores voor wiskunde en wetenschap hoger zijn op internationale tests (PISA en TIMSS) de

gemiddelde interesse van jongeren voor deze vakken afneemt en hun attitude naar wetenschap negatiever wordt. De beperkte interesse van Vlaamse scholieren voor wiskunde is dus geen uniek verschijnsel.

Wetenschapsonderwijs dat leidt tot goede prestaties van leerlingen wekt blijkbaar, zelfs bij goed presterende leerlingen, een zekere aversie op die zich nadien vertaalt in het niet kiezen voor STEM-studies en STEM-beroepen. Het is wellicht voor Vlaanderen een van de belangrijkste verklarende factoren voor het verlies aan participatie in STEM-studierichtingen tussen secundair en hoger onderwijs.

### **5.2.5 Interesse in STEM ontstaat op vroege leeftijd**

Veel onderzoekers wijzen erop dat het belangrijk is om reeds vanaf zeer vroege leeftijd de interesse van jongeren voor STEM op te wekken. Tegen dat ze 14 jaar zijn, is bij de meeste jongeren de (des)interesse voor STEM reeds grotendeels bepaald (zie bv. *Johnson 1987; Weinburgh, 1995*). Daarna wordt het steeds moeilijker op school om de interesse van jongeren te beïnvloeden. Wel kan de school de perceptie van jongeren beïnvloeden m.b.t. andere factoren die meespelen bij de studiekeuze (zoals de perceptie over het beroep).

Interessant is de bevinding dat tot op de leeftijd van 10 jaar de interesse van kinderen in STEM hoog is en dat er tot dan nauwelijks verschil is tussen interesse en prestaties van jongens en meisjes (*Murphy & Beggs, 2005; Pell & Jarvis, 2001; Haworth et al. 2008*). Vanaf dan begint de interesse voor STEM te tanen, in het bijzonder bij meisjes (*Hoffman 2002*). Tussen 10 en 14 jaar begint vooral bij een deel van jongens inzicht te groeien in het nut van wetenschap voor hun toekomst (*Kotte 1992; Catsambis 1995*). Tegen de leeftijd van 14 jaar hebben veel jongeren al

een algemeen beeld of ze later met STEM willen doorgaan of niet (zie o.a. Lindahl 2007). De meer negatieve houding van meisjes, vooral naar natuurkunde, zou dan al grotendeels gevormd zijn (Scantlebury & Baker, 2007; Schreiner & Sjøberg 2004; Schreiner 2006).

Wanneer volwassenen gevraagd worden naar wanneer hun eerste carrièreaspiratie ontstond, dan verwijzen zij vaak naar hun kindertijd. Een Britse studie onder STEM-beroepsbeoefenaars (*The Royal Society 2006*) toonde aan dat 28% van hen reeds begon te denken aan een STEM-beroep toen ze 11 jaar oud waren en 63% tegen dat ze 14 jaar waren. Twee derde van de wetenschappers geïnterviewd door Maltese and Tai (2008) gaf aan dat ze reeds in wetenschap geïnteresseerd waren voor ze naar het secundair onderwijs gingen. Trice & McCellan (1993) vonden dat er bij meer dan de helft van de bevroegde personen er sterke parallellen waren tussen de aspiraties als kind en het huidige beroep, in het bijzonder bij wetenschappelijke en zorgende beroepen.


Een studie van Tai et al. (2006) toonde ook aan dat de leerlingen die op 14 jaar reeds aan STEM-beroepen dachten, later 3,4 keer meer kans maakten om een diploma van natuurwetenschappen of ingenieur te halen. De aspiratie op 14 jaar was een nog belangrijkere predictor dan hoge punten voor wiskunde (die ook wel een voorspellende factor is). Ziefle en Jacobs (2009) besloten dat 12-jarige Duitse kinderen reeds een zeer uitgesproken beeld hebben van techniek in het algemeen en reeds een eerste 'zelfbewustzijn' hebben over hun technische competenties.

De periode tussen 10 en 14 jaar blijkt dus bijzonder kritisch te zijn bij de interessevorming van kinderen voor STEM en zelfs al voor hun eerste beeld over hun

later beroepsperspectief. Het is ook in die leeftijdscategorie dat meisjes beginnen afhaken.

Veel auteurs wijzen erop dat de kiemen van deze verandering reeds gelegd worden in de peutertijd, kleuterschool en eerste jaren van de lagere school. In de kleuter- en peutertijd worden de hersenstructuren van kinderen bepaald, en dat kan determinerend zijn voor hun denkpatronen. In de kleuter- en lagere school kan de interesse voor STEM gewekt en onderhouden worden door leerkrachten. Kleuters kunnen reeds basale technische en onderzoeksvaardigheden ontwikkelen (*Stiftung HdkF 2008, 2009a, 2009b, Bertelsmann-Stiftung 2010*). Een probleem daarbij is dat de overgrote meerderheid van deze leerkrachten vrouwen zijn, die vaak nauwelijks affiniteit voor STEM hebben en zich zelfs onzeker voelen op dit gebied. Dergelijke leerkrachten dragen vaak onbewust hun gebrek aan zelfvertrouwen m.b.t. STEM-onderwerpen over aan de leerlingen.

Onderzoek in Duitsland heeft aangetoond dat scholieren die in techniek geïnteresseerd zijn en studenten in STEM-richtingen in hun kindertijd veel meer met 'constructiegericht' speelgoed hadden gespeeld dan andere jongeren (*acatech/VDI 2009*). Meer dan 80% van de ingenieurs bleek als kind veel of zeer veel met Lego of andere bouwbloksystemen gespeeld te hebben. Ook Krekels heeft op basis van onderzoek de band tussen kinderspeelgoed, persoonlijkheidseigenschappen en intrinsieke motivatie aangetoond (*Krekels 2004 & 2012*). Uit haar werk blijkt dat kinderen die tussen 4 en 12 jaar al heel 'functioneel-creatief' speelden ook later als volwassene praktische en nuttige resultaten willen bereiken, handson zijn, willen analyseren en inzicht krijgen in hoe iets werkt, problemen spotten en willen oplossen en oog hebben voor functionele details. Krekels stelde vast dat dit 'functio-



neel-creatief kinderspel' een van de favoriete bezigheden was van ingenieurs toen ze nog kind waren. Bij wetenschappers blijkt dan weer dat ze als kind dolgraag lezen en vaak daarbovenop alles over één onderwerp wilden uitvlooien. Burgerlijk en industrieel ingenieurs bleken heel graag autootjes, treintjes, poppenhuizen of dorpen ingericht te hebben als kind. Burgerlijke en bio-ingenieurs combineerden dit met graag lezen. Vraag blijft natuurlijk in welke mate het spelen met constructiegericht speelgoed bepaald wordt door omgevingsfactoren (zoals de keuze van ouders voor speelgoed) dan wel door eigen aanleg.

Het is natuurlijk niet zo dat je na 14 jaar de interesse van jongens en meisjes voor STEM niet kan beïnvloeden. Maar het vergt gerichte inspanningen. Diverse auteurs (o.a. *Maltese & Tai 2008*) hebben erop gewezen dat de beslissing om te kiezen voor een STEM-loopbaan bij meisjes meer bepaald wordt door een schoolervaring dan bij jongens. Veel vrouwelijke natuurkundigen kozen voor fysica omdat ze op school daartoe aangetrokken werden (*Ivie et al. 2001*).

Dus, hoewel interventies op vroegere leeftijd te verkiezen zijn om interesse voor STEM op te wekken, kan deze interesse ook nog beïnvloed worden in het secundair onderwijs.

### **5.2.6 Interesse voor techniek is gerelateerd aan het onderwijssysteem**

Over de interesse van jongeren voor techniek bestaat minder internationale literatuur dan met betrekking tot wetenschap. Bovendien is het moeilijker onderzoeksresultaten te vergelijken tussen landen omdat de wijze waarop techniek in het onderwijs is geïntegreerd sterk verschilt van land tot land. In Angelsaksische landen is er bijvoorbeeld vaak nauwelijks techniek op school tot 16 jaar, terwijl techniek

een veel bredere traditie heeft in Duitstalige landen. Ook de perceptie over en het imago van technische en ingenieursberoepen verschilt sterk. In sommige landen worden ingenieursstudies meer gepercipieerd als wetenschappelijke studies dan als technische studies.


Ondanks deze problemen om onderzoeksresultaten over interesse van jongeren in techniek correct te interpreteren, lijken ons een aantal onderzoeksresultaten uit binnen- en buitenland het vermelden waard.

De Agoria-studie van 2007 (*Hauttekeete 2007*) toonde aan dat bij techniek, net zoals bij wetenschap, algemene interesse niet gelijk staat aan interesse op school en evenmin aan interesse voor een latere job. Jongeren staan niet afkerig tegenover techniek maar de helft geeft wel aan zeker geen technische of technologische studie te zullen kiezen in het hoger onderwijs. We herinneren ook nog aan een eerder vermeld resultaat in die studie: slechts 38 % van de jongeren vond het vak technologische opvoeding boeiend – hoewel jongeren tegenwoordig fervente technologiegebruikers zijn.

Inzake technische geletterdheid zijn uiteraard ook het Vlaamse kader en de standaarden te vermelden die werden ontwikkeld vanuit TOS21 (*Moens 2008*). Deze zijn deels geïntegreerd in de eindtermen (tot de eerste graad van het secundair onderwijs). Het is evenwel nog te vroeg om hiervan effecten te zien naar studiekeuze.

Onderzoek in Duitsland (zie o.a. referenties van *Renn, Pfenning, Hiller*) heeft aangetoond dat de ontwikkeling van interesse voor techniek en van technische geletterdheid in het onderwijs in fasen moet gebeuren. De onderzoekers spreken van 'awareness', 'openness', 'involvement', 'development' en 'career choice'. Daar-



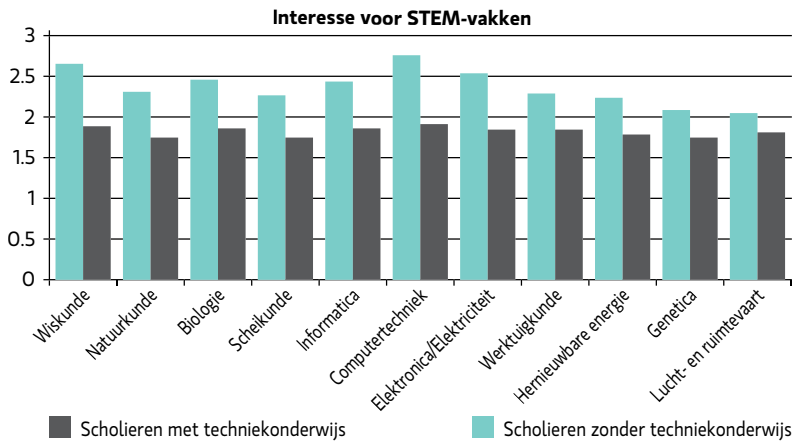


bij wordt geleidelijk aan de intrinsieke motivatie opgebouwd – die idealiter kan uitmonden in de keuze voor een technische studierichting of beroep. De onderzoekers pleiten sterk voor opname van techniek als onderdeel van de algemene vorming in het onderwijs.

Onderzoek door dezelfde onderzoeksgroep heeft verder aangetoond dat jongeren ongecompliceerd met techniek omgaan (*zie o.a. Hiller 2011b*) en eerder de opportuniteiten dan de risico's ervan voor de maatschappij zien. Ook de 'techniekvijandigheid' bij de bevolking (m.i.v. jongeren) is sterk afgenomen (*Pfenning 2011*). In 1985 oordeelde nog 28% van de Duitsers negatief over techniek; in 2002 was dit nog slechts 5%.

Figuur 56 illustreert dat leerlingen van Duitse scholen waar techniek is opgenomen in het verplichte onderwijsprogramma niet enkel meer interesse krijgen voor techniek maar ook voor exacte wetenschappen. Meer techniek inbrengen in het onderwijs is dus een interessante piste om de interesse voor alle STEM-vakken en beroepen aan te wakkeren, en niet enkel de technische.

**Figuur 56. Effect van techniekonderwijs op interesse voor STEM-vakken (Duitsland)**



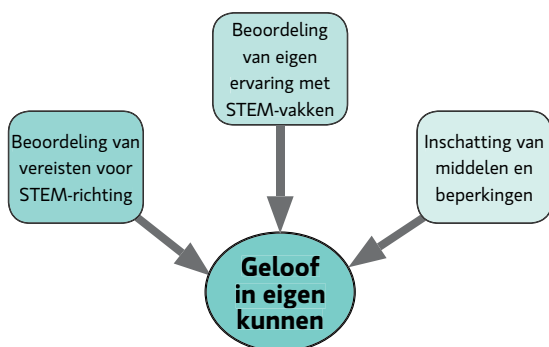
Bron: *Bewerking van gegevens uit NaBaTech rapport (acatech/VDI 2009)*

### 5.3 DE ANDERE FACTOREN DIE MEE DE STUDIEKEUZEMOTIVATIE BEÏNVLOEDEN

#### 5.3.1 Geloof in eigen kunnen

Uit de reeds geciteerde Vlaamse studie is al duidelijk gebleken dat de inschatting van de kans om met succes een bepaalde studierichting te kunnen volgen, sterk meespeelt bij de beslissing om deze studierichting al dan niet te volgen. Wie niet gelooft dat hij of zij bepaalde studies aankan, zal deze meestal niet wensen te volgen.

Het geloof in eigen kunnen (m.b.t. STEM) wordt op zijn beurt beïnvloed door verschillende factoren. De belangrijkste factoren zijn aangegeven in Figuur 57 (zie o.a. Gist & Mitchell 1992).

**Figuur 57. Factoren die het geloof in eigen kunnen beïnvloeden**

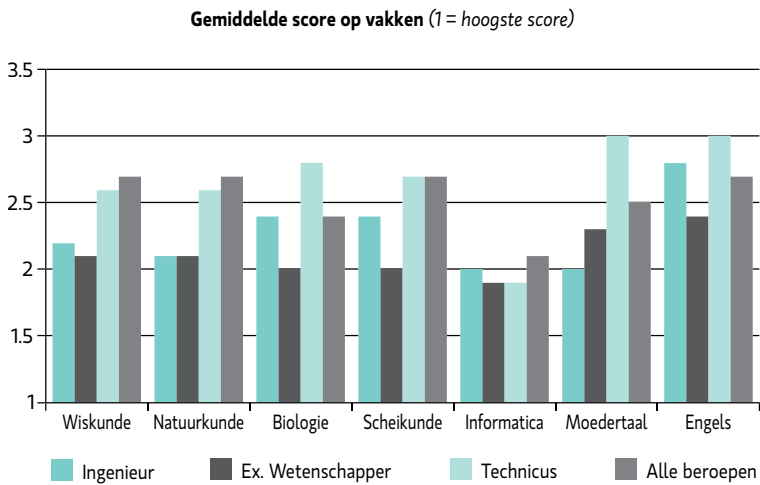
Het gaat dus om de combinatie van de subjectieve inschatting van de vereisten, het vertrouwen geput uit vroegere (school)prestaties en een inschatting van de randvoorwaarden om te slagen.

Prestaties op gerelateerde schoolvakken zijn in elk geval een belangrijke factor bij de ontwikkeling van het zelfvertrouwen, de beeldvorming over het eigen kunnen en finaal dus ook de studiekeuze. Wie goede cijfers haalt voor STEM-vakken zal sneller een STEM-studierichting en een STEM-gerelateerd beroep overwegen. Dit wordt mooi geïllustreerd door Duits onderzoek, waarin de relatie gelegd wordt tussen de cijfers voor STEM-vakken op school en de beroepsaspiraties (*acatech/VDi 2009*). Wie hoopt om later ingenieur of wetenschapper te worden is meestal ook sterker in wiskunde en exacte wetenschappen op school (zie Figuur 58).

Ook Lau en Roeser (2002) toonden aan dat 15- tot 16-jarigen met hogere prestaties in wetenschapsvakken meer geneigd zijn om in het hoger onderwijs een we-


tenschappelijke richting te kiezen. Verder blijkt uit verschillende onderzoeken dat zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen niet alleen samenhangt met schoolprestaties maar ook met interesse (zie bijvoorbeeld Fouad & Smith 1996; acatech 2011).

**Figuur 58. Cijfers voor schoolvakken in relatie met beroepsaspiratie van scholieren (Duitsland)**



Bron: *Bewerking van gegevens uit NaBaTechrapport (acatech/VDI 2009)*

Niet alle STEM-vakken mogen over één kam geschoren worden. Het geloof in eigen kunnen is bij scholieren meestal hoger in biologie en aardrijkskunde en lager in scheikunde, natuurkunde en wiskunde. Dit is ook niet verrassend. Wiskunde en natuurkunde hebben niet enkel in Vlaanderen een reputatie als moeilijke en zware



vakken (zie bij. Angell et al. 2004; Osborne & Collins 2001; Tytler et al. 2008); daarom temperen scholieren en studenten hun verwachtingen op succes bij deze vakken. Er is zelfs bewijs dat op zijn minst in sommige landen het voor leerlingen en studenten gemiddeld genomen moeilijker is om hogere punten te halen voor exacte wetenschappen dan voor andere vakken (Coe et al. 2008). Dit objectief gegeven tempert natuurlijk het geloof in eigen kunnen (Eccles & Wigfield 2002). Zelfs zeer getalenteerde studenten en hoogpresteerders op gebied van STEM blijken minder hoge verwachtingen te hebben op succes in STEM-vakken dan in de meeste andere vakken (Lyons, 2006).

Geloof in eigen kunnen wordt ook beïnvloed door de inschatting van vorige ervaringen en de perceptie over de vereisten voor een studierichting en de boordeling van de implicaties van andere situationele factoren. De vraag is echter in welke mate leerlingen en studenten wel goed kunnen inschatten of ze een bepaalde studie aankunnen. Dit heeft niet alleen met competenties te maken, maar ook met algemeen zelfvertrouwen en zelfbeeld. In relatie tot STEM-vakken en -studierichtingen blijken meisjes op dit punt veel lager te scoren dan jongens. Hierop komen we later terug in § 5.4.3.

Interessant is nog de bevinding van Alexander et al. (2011) die aantoonde dat voor STEM-studenten het geloof in eigen kunnen een meer doorslaggevende factor was bij de studiekeuze dan het geloof in eigen kunnen bij niet-STEM-studenten (m.b.t. hun eigen vakgebied).

Afsluitend geven we nog mee dat zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen beïnvloed kunnen worden. Schoolprestaties kunnen wijzigen, het zelfbeeld van jonge-

ren kan evolueren en hun interesse in bepaalde vakken kan veranderen. Het is dus een motivatiefactor die tot in zekere mate beïnvloedbaar is door het onderwijsstelsel en door de ouders.

### 5.3.2 Identificatie

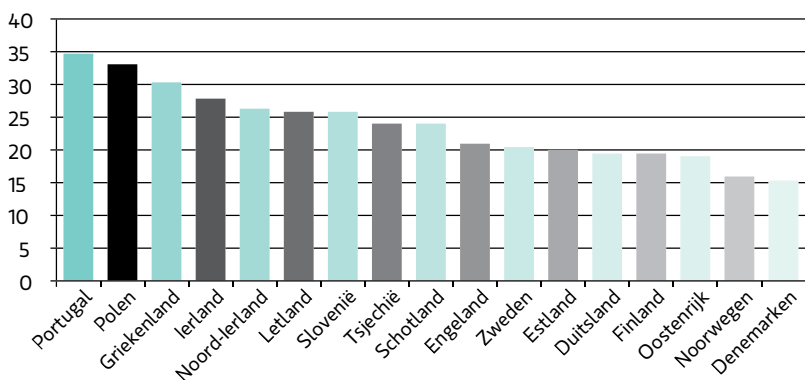
'Attainment value' verwijst naar de mate waarin een jongere het succesvol afsluiten van een vak of studierichting belangrijk vindt vanuit zijn of haar identiteit en sociaal-culturele verwachtingen. In feite komt het erop neer dat de jongere zich kan identificeren met de waarden en mentaliteit van de studenten in die studierichting of de beroepsbeoefenaars die deze studierichting gevolgd hebben. Het antwoord op de vraag 'Wat wil je later worden?' is complexer dan vroeger. En eigenlijk is de vraag veranderd: het is meer 'Wie wil je later worden?' (Illeris et al. 2002). Via de keuze van een studierichting (en de daarbij horende beroepen) maakt de jongere ook in zekere mate een keuze voor een bepaald soort mens dat hij of zij wil worden.

Iemand die zichzelf als heel intelligent beschouwt en dat belangrijk vindt, zal geneigd zijn een studierichting te kiezen die vooral of uitsluitend door intelligente jongeren gevolgd wordt en waarin hij of zij zich kan bewijzen. Wie niet houdt van 'nerds' zal studies mijden waar dat soort studenten bijeenkomt. Wie houdt van dieren maar de mentaliteit van studenten diergeneeskunde niet ziet zitten, zal twee keer nadenken vooraleer die studierichting te kiezen. Een meisje dat gefascineerd is door mechanica maar de studenten ingenieur saai vindt, moet een drempel overwinnen om toch die studie te willen aanvatten. Jongens zien af van studies verpleegkunde omdat ze denken dat ze zich niet goed thuis zullen voelen in een dominant vrouwelijke cultuur.


Meer algemeen gaan onderzoekers ervan uit dat de interesse van jongeren voor STEM-studierichtingen zal afnemen als ze zich niet kunnen identificeren met het beeld dat zij hebben van de studenten en beroepsbeoefenaars. Een sleutelfactor in het keuzeproses zijn dus de (al dan niet realistische) verwachtingen die jongeren hebben met betrekking tot het beroepsleven en het hoger onderwijs, en het imago dat zij hebben van STEM-beroepen en –studies.

Zoals Figuur 59 illustreert denkt in de meeste Europese landen slechts een vierde tot een vijfde van de scholieren dat wetenschapper worden iets voor hen is (ROSE).

**Figuur 59. Aantal scholieren (op 100) dat graag wetenschapper zou willen worden**



Bron: *Bewerking van gegevens uit ROSE-onderzoek (University of Oslo)*




Uit het ROSE-onderzoek is ook gebleken hoe belangrijk de waarden en attitudes van jongeren zijn voor hun latere job. Voor meisjes is de prioriteit om in een job met en voor mensen te kunnen werken. Voor jongens is het dan weer kunnen werken met dingen, met machines en instrumenten. Schreiner en Sjøberg (2007) menen ook dat de hoofdreden waarom jongeren, en in het bijzonder meisjes, weigerachtig staan tegenover STEM is dat hun beeld van ingenieurs en exacte wetenschappers incongruent is met hun eigen identiteit.

Volgens sommige auteurs is het belang van deze factor 'identificatie' toegenomen en velen zien er ook een van de belangrijkste verklarende factoren in voor de genderverschillen. We hebben eerder reeds vermeld dat sociale motieven veel sterker doorspelen bij meisjes dan bij jongens (Willich *et al.* 2011). Op de genderverschillen komen we terug in § 5.4.4. We presenteren in wat volgt enkele meer algemene resultaten.

Uit Duits onderzoek bij scholieren (acatech/VDI 2009) komt al bij al een vrij positief beeld over ingenieurs en wetenschappers naar voren bij jongeren. De technische beroepen werden met veel positieve kenmerken geassocieerd en vaak iets meer dan de wetenschappelijke. Ingenieurs en technici worden vooral gelinkt aan 'modern', 'geavanceerd', 'nuttig' en 'bijdragend tot de ontwikkeling van de mensheid'. Ze zijn 'praktisch' en zorgen voor jobs. Ze scoren in de ogen van de scholieren eerder zwak op gebied van creativiteit. Wetenschappers worden in vergelijking met ingenieurs als minder modern, minder praktisch en minder met leerrijke jobs geassocieerd. De wetenschappers scoren hoger dan ingenieurs en technici inzake omgang met wetenschap, complexiteit en het veranderen van de omgeving. Op veel gebieden maken scholieren nauwelijks onderscheid tussen ingenieurs en wetenschappers.






Uit onderzoek blijkt overigens dat kinderen op de leeftijd van 10-11 jaar al een goed ontwikkelde kennis over verschillende beroepen en een visie op hun toekomstig beroep hebben (McGee & Stockard, 1991). Ook bij kinderen is het imago van STEM-beroepsbeoefenaars vaak positief. Uit een studie over het imago van ingenieurs bij Duitse 12-jarige kinderen (Ziefle & Jacobs 2009) bleek weliswaar dat ze een beperkt en enigszins stereotiep beeld hadden van ingenieurs, maar dat ze hen ook positieve eigenschappen toeschreven zoals intelligent, doorzettend, technisch getalenteerd, geëngageerd, een beetje apart, met hoge kennis op gebied van computers en wetenschappen. Naarmate de leeftijd van de leerlingen toeneemt, kunnen ze zich een steeds accurater beeld vormen van verschillende beroepen (Walls, 2000).

Toch blijkt uit heel wat bevestigingen van scholieren dat deze vaak een onvolledig en sterk vertekend beeld hebben van de situatie van (STEM-)beroepsbeoefenaars. Figuur 60 illustreert dit met het grote verschil tussen de kenmerken die Duitse scholieren associëren met het ideale beroep en het beeld dat zij hebben van ingenieurs en wetenschappers. Zo denken slechts heel weinig scholieren dat technische jobs werkzekerheid geven en ook relatief weinig dat ze een goed inkomen zullen opleveren. Wel is het zo dat dit beeld al veel correcter is als men dezelfde vragen aan studenten stelt. Maar op dat ogenblik is het meestal te laat om nog van richting te veranderen.

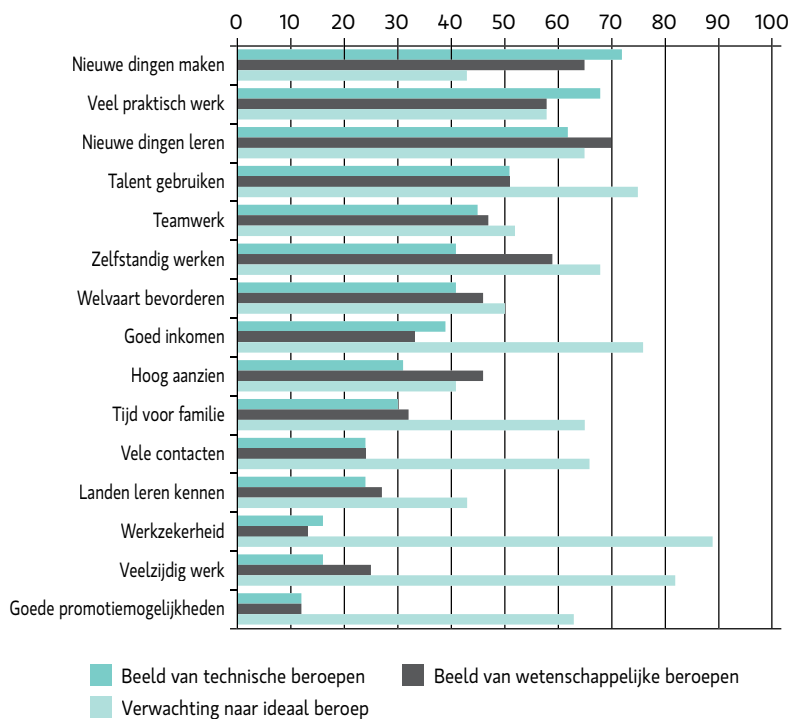
Uit het Agoria-onderzoek (Hauttekeete 2007) is gebleken dat voor jongeren het voornaamste kenmerk van de ideale job een 'leuke werksfeer' is. Dat impliceert dat men zich goed moet kunnen voelen tussen collega's en dat er dus ook veel gemeenschappelijke waarden en attitudes moeten zijn. Jongeren willen zich goed



voelen tussen hun vrienden op school en wensen dat ook door te trekken naar hun latere job.


Belangrijk is ook de vaststelling dat een jongere positief kan aankijken tegen een beroep en het kan appreciëren ('wetenschappers doen nuttig werk'), maar desalniettemin er zich niet mee wil identificeren of er niet wil voor kiezen. Zeker op het gebied van wetenschap lijkt er een kloof te bestaan tussen de appreciatie voor de wetenschappers (of de wetenschap in het algemeen) en de identificatie met deze beroepsgroep.

**Figuur 60. Vergelijking van het ideaal beroep met het beeld van technische en wetenschappelijke beroepen bij Duitse scholieren**



Bron: acatech/VDI 2009

Volgens Masnick e.a (2010) vinden Amerikaanse scholieren en studenten wetenschappelijke beroepen minder creatief en minder mensgericht dan veel andere meer populaire beroepen. Reeds in 1996 kwamen Lapan et al. tot de conclusie



dat jongeren die zichzelf als extravert beschouwden minder vaak bijkomende wiskundevakken kozen op school. In haar studie over de studiekeuze van jonge Amerikanen kwam Eccles (2009) tot de bevinding dat als jongeren het helpen van andere mensen belangrijk vonden, dit een predictor was om geen verdere studies te kiezen op gebied van exacte wetenschappen, economie of rechten. Dit is consistent met de reeds vermelde gegevens over de lage interesse van STEM-studenten voor sociale aspecten (zie Figuur 51).

Bij hun onderzoek naar het zelfbeeld van 15-jarigen constateerden Hannover en Kessels (2004) en Taconis en Kessels (2009) dat leerlingen die opteerden voor wetenschappelijke vakken door hun medeleerlingen werden beschouwd als minder aantrekkelijk, minder sociaal en minder creatief maar als meer intelligent en meer gemotiveerd dan de leerlingen die opteerden voor talen en economie. Het imago van de typische STEM-student is dat van iemand die intelligent is en hard werkend, maar verder nogal saai en niet erg sociaal. De meeste studenten identificeerden zich meer met het humane prototype dan met het wetenschappelijke prototype. Aikenhead (2006) wijst erop dat *'a school science identity or a good student identity may prove disastrous to students whose peers find their identities socially unacceptable ('it's not cool'), causing these students to be unwilling to engage even in science discourse'*. In een eerdere publicatie (2001) had hij er ook al op gewezen dat slechts een kleine minderheid van jongeren op school een wereldbeeld heeft dat correspondeert met dat wat naar voren komt in school-wetenschap.

Een grootschalig Australisch onderzoek bij 15-jarigen (Lyons & Quinn, 2010) vond dat de meest genoemde reden van de leerlingen om geen wetenschappelijke

vakken te kiezen was dat ze zichzelf niet als wetenschapper konden voorstellen. Dit was nog meer uitgesproken bij meisjes.

We wijzen er wel op dat het – al dan niet terechte – beeld dat van STEM-beroepen en studies leeft uiteraard ook een reden kan zijn om juist wel voor deze studies te kiezen. Dat heeft ook vaak te maken met een familiale binding, waardoor jongeren een breder en meer genuanceerd beeld krijgen van wat een STEM-job kan inhouden.

De conclusie is dus dat meer jongeren aantrekken in STEM-studierichtingen en -beroepen op zijn minst zal vergen dat ze zich een beter beeld kunnen vormen van de verscheidenheid aan beroepsinvullingen die daarbij mogelijk zijn. Dat zou dan moeten toelaten dat meer jongeren zich kunnen identificeren met mensen die STEM-beroepen uitoefenen. En hen doen inzien dat dergelijke jobs ook toelaten om bepaalde waarden te beleven die hedendaagse jongeren belangrijk vinden: zelfrealisatie, creativiteit en innovatie, werken met mensen, anderen helpen, geld verdienen,...

### **5.3.3 Utiliteit**


Vakken of studierichtingen worden soms gekozen, niet uit interesse voor de onderwezen vakken en evenmin voor de fascinatie voor het beroep, maar wel omdat de keuze vanuit een ander perspectief nuttig is. De inschatting van het nut van een vak of studierichting hangt min of meer samen met het concept 'extrinsieke motivatie' (zie ook *Ryan & Deci 2000*). Extrinsieke argumenten – geld verdienen, aanzien hebben, vast werk hebben, de baas kunnen zijn,... – zorgen ervoor dat mensen activiteiten ondernemen waarvoor ze niet intrinsiek gemotiveerd zijn. Overigens

staan intrinsieke motivatoren (zoals interesse) en extrinsieke factoren niet tegenover elkaar, maar kunnen beide aanwezig zijn. Intrinsieke en extrinsieke motivatie moeten los van elkaar worden gezien (*Grant et al. 2011*).

In het Vlaamse secundair onderwijs is het grote aantal leerlingen dat kiest voor Latijn een type-voorbeeld van deze utiliteitsoverweging. Er zijn weinig leerlingen (en ouders) die kiezen voor Latijn omdat deze taal hen intrinsiek boeit of omdat ze dromen om classicus te worden. Andere argumenten zijn vaak doorslaggevend, zoals behoren tot een sterke klasgroep, goed voorbereid zijn op de intellectuele vereisten voor hoger onderwijs, of ook gewoonweg prestige.

De utiliteitsoverwegingen kunnen zowel betrekking hebben op de studierichting zelf als op de beroepsmogelijkheden die eruit voort kunnen vloeien. We wijzen er ook op dat extrinsieke motivatie vaak sterker doorweegt bij jongens dan bij meisjes. Uit het ROSE-onderzoek (ROSE) bleek dat in zowat alle landen de jongens, veel meer dan de meisjes, belang hechten aan veel geld verdienen, de baas kunnen zijn, beroemd worden en een gemakkelijke job hebben.

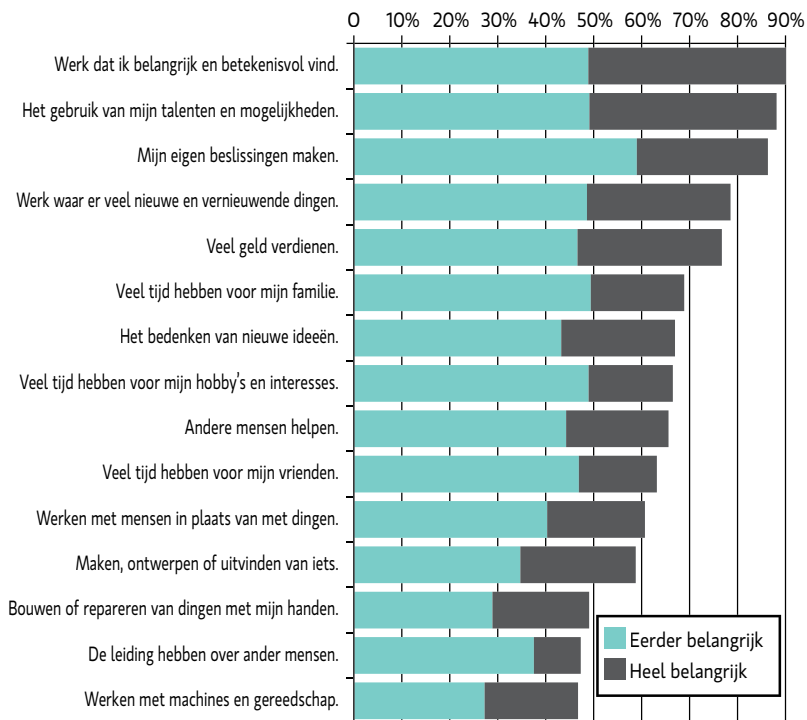
Utiliteitsoverwegingen zijn vaak in het voordeel van STEM-richtingen. In het secundair onderwijs wordt gekozen voor wiskunde en wetenschappen omdat jongeren (en ouders) beseffen dat ze daardoor hun kansen gaaf houden voor een brede waaier aan studiemogelijkheden en anders uitgesloten worden van veel verdere studies (zie ook Boaler et al. 2000). Voor Vlaamse scholieren is de perceptie van de toekomstige beroepsmogelijkheden na interesse de tweede belangrijkste factor bij de studiekeuze (zie eerder Figuur 48 en Figuur 49).



In landen waar men in de laatste jaren van het secundair onderwijs moet kiezen voor specifieke vakken, is gebleken dat het nut voor de latere studies of loopbaan een belangrijke reden is om al dan niet voor bepaalde STEM-vakken te kiezen (Angell et al. 2004; Lie et al. 2010; Lyons, 2006; Miller et al. 2006; Osborne & Collins, 2001). Ook in het hoger onderwijs wordt soms gekozen voor STEM-studierichtingen (o.a. burgerlijk ingenieur) vanuit de rationele overweging dat dit veel verschillende beroepsmogelijkheden geeft. Of je studeert elektriciteit in het TSO omdat je later graag je eigen baas wil kunnen zijn.

In de IST-studie (Lauwers et al. 2012) werd o.m. aan jongeren uit het secundair onderwijs gevraagd naar hun visie en verwachtingen tegenover hun toekomstig beroep. Daarin komen ook een aantal extrinsieke argumenten naar voren, zoals 'eigen beslissingen maken', 'veel geld verdienen', 'veel tijd hebben',... (zie Figuur 61). Zoals we eerder al opmerkten is het echter maar de vraag of jongeren zicht hebben op de mate waarin STEM-beroepen beantwoorden aan dergelijke verwachtingen.

**Figuur 61. Visie van Vlaamse scholieren op toekomstig beroep**



Afsluitend merken we nog op dat er ook andere nuttige kortetermijnvoordelen kunnen verbonden zijn aan de keuze voor een studierichting. Bijvoorbeeld dat ze ook gevolgd wordt door vriend(inn)en, dat er les wordt gegeven in kleine groepjes, dat je ervoor op kot moet gaan, dat je bijna zeker naar het buitenland kan tijdens de studie, enz. Deze overwegingen kunnen zowel in het voor- als in het nadeel van STEM-richtingen spelen.



### 5.3.4 Relatieve kost

De laatste verklarende factor in het model van Eccles, *relative cost*, heeft betrekking op de inschatting van de negatieve implicaties die voortvloeien uit de studiekeuze. Deze factor moet gezien worden in relatie tot de andere motivatiefactoren: *intrinsic value*, *attainment value* en *utility value*. Zelfs als één of meer van deze factoren hoog scoort bij een STEM-studierichting, kan het zijn dat de jongere er niet voor kiest omdat de inspanning of kost te groot is.

Dat kan simpelweg gaan om financiële redenen. Wie dolgraag piloot wil worden maar niet de middelen heeft om die studies te bekostigen, moet van zijn droom afzien. Evenzo is het mogelijk dat een studierichting wordt verkozen boven een andere omdat ze minder kosten met zich meebrengt.

Vaak speelt vooral de inschatting van de te leveren inspanning mee: is het de moeite waard om deze opleiding te volgen? Is deze niet te zwaar of te lang? Is het niet eenvoudiger om een andere opleiding te volgen om later vergelijkbare mogelijkheden te hebben? Iemand die sterk extrinsiek gemotiveerd is en bijvoorbeeld veel geld wil verdienen, kan besluiten dat het gemakkelijker is zijn doelen te realiseren door een economisch-financieel studieprogramma te volgen dan een loodzware ingenieursopleiding te moeten doorworstelen.

In nagenoeg geen enkel ontwikkeld land worden STEM-studies, zeker die in het hoger onderwijs, door jongeren aanzien als een gemakkelijke weg naar een goede job of andere voordelen. STEM-jobs bieden niet noodzakelijk perspectief op boeiendere jobs of veel hogere salarissen dan niet-STEM-jobs waarvoor minder veel-eisende opleidingen nodig zijn. Het volgen van een zware STEM-studierichting kan

ook impliceren dat men bepaalde dingen moet opgeven en dat men dat er niet voor over heeft.

De factor *relative cost* heeft niet enkel betrekking op de studierichting maar ook op de locatie en de onderwijsinstelling. Wie het belangrijk vindt om dicht bij huis te studeren, heeft een minder breed aanbod aan opleidingen om uit te kiezen. In Oostenrijk wordt de relatief late oprichting van de Fachhochschulen gezien als een verklarende factor voor het tekort aan STEM-geëdiplomeerden: wie geïnteresseerd was in STEM kon eigenlijk alleen maar terecht aan de universiteit en had vaak zeven jaar of meer voor de boeg om het diploma te halen.

Van alle STEM-vakken in het secundair onderwijs blijken wiskunde en natuurkunde deze te zijn met de hoogste *relative cost*. Ze zijn zwaar en interesseren weinig studenten. Ze worden door de grote meerderheid van scholieren en studenten enkel gevolgd omdat het verplichte vakken zijn of omwille van de gepercipieerde utiliteit. In de literatuur wordt ook beschreven hoe 'maths anxiety' ook de studiekeuzen en de prestaties negatief kan beïnvloeden (*Ashcraft 2002; Hembree, 1990*), wat ook kan beschouwd worden als een vorm van *relative cost*.

Naast angst kunnen andere emotionele factoren ook beschouwd worden als relatieve kost. Vrees voor heimwee, gescheiden zijn van vrienden en familie, in een studentengroep terecht komen waarin men niet aanvaard wordt, enz. zijn voorbeelden van factoren die kunnen meespelen om toch maar een andere richting te kiezen.

## 5.4 GENDERVERSCHILLEN: FEITEN EN VERKLARINGEN

### 5.4.1 Inleiding


In voorgaande hoofdstukken is al duidelijk geworden dat er aanzienlijke genderverschillen zijn op gebied van STEM-studierichtingen en –beroepen, en dit zowel in Vlaanderen als in het buitenland. Indien evenveel meisjes als jongens zouden kiezen voor STEM-richtingen, dan zou er wellicht zelfs een overschot aan STEM-gediplomeerden zijn.

Maar van die situatie zijn we nog ver verwijderd. Er is de laatste jaren in verschillende Europese landen wel een lichte kentering merkbaar, d.w.z. dat meisjes iets van het verschil met jongens goedmaken. Het aandeel van meisjes onder de STEM-gediplomeerden in de Europese Unie bedroeg volgens Eurostat in 2009 iets meer dan 30% en was licht stijgend; enkel in IJsland en Estland werden percentages van 40% behaald. De lichte stijging van de voorbije jaren is mogelijk het gevolg van volgehouden inspanningen van overheden en andere actoren in die landen om meisjes ertoe te bewegen meer voor STEM te kiezen (zie ook volgend hoofdstuk).

In wat volgt gaan we in op de factoren die blijkbaar in alle landen, in mindere of meerdere mate, ervoor zorgen dat meisjes veel minder dan jongens geneigd zijn om te kiezen voor een STEM-studierichting. We gebruiken daarvoor opnieuw als leidraad het model van Eccles.

### 5.4.2 Minder en andere interesse in wetenschap en techniek

Interesse is voor meisjes een even belangrijke studiekeuzebepalende factor als voor jongens. Alleen situeert hun interesse zich op andere gebieden dan deze van



jongens. Alle onderzoeksresultaten m.b.t. de interesse van meisjes voor STEM zijn eensluidend: meisjes hebben minder interesse voor STEM-vakken, in het bijzonder voor wiskunde, natuurkunde en techniek. Het reeds verschillende malen geciteerde Duitse onderzoek (*acatech/VDI 2009*) illustreerde eveneens dat van alle wetenschapsvakken op school enkel biologie iets hoger op de interesseschaal scoorde bij meisjes dan bij jongens. Van alle technologieën konden enkel medische en textieltechnologie op meer belangstelling rekenen bij meisjes dan bij jongens.

Tal van studies en meta-analyses (*Becker 1989; Weinburgh 1995; Jones e.a., 2000; Sjøberg & Schreiner 2005; Murphy & Whitelegg 2006; Brotman & Moore 2008; Haste 2004;*) tonen verder aan dat jongens ook positiever aankijken tegen wetenschappelijke vakken op school dan meisjes. Het grootste verschil in attitude heeft betrekking op fysica en technologie (*OECD 2006*).

Binnen de STEM-gebieden zijn meisjes ook geïnteresseerd in andere aspecten dan jongens. Uit het ROSE-onderzoek is o.m. gebleken dat 15-jarige meisjes vooral (en jongens juist niet) geïnteresseerd zijn in gezondheid, geneeskunde, esthetiek en het menselijk lichaam, ethische aspecten, speculaties en het paranormale. Maar jongens (en meisjes juist niet) hebben intrinsieke interesse voor technische, mechanische, elektrische, spectaculaire, explosieve,... aspecten. Uit een lijst van meer dan honderd onderwerpen waarvoor de 15-jarigen konden aangeven in welke mate ze erin geïnteresseerd waren, kwam een heel verschillende top 5 te voorschijn voor jongens en meisjes (zie volgende tabel).

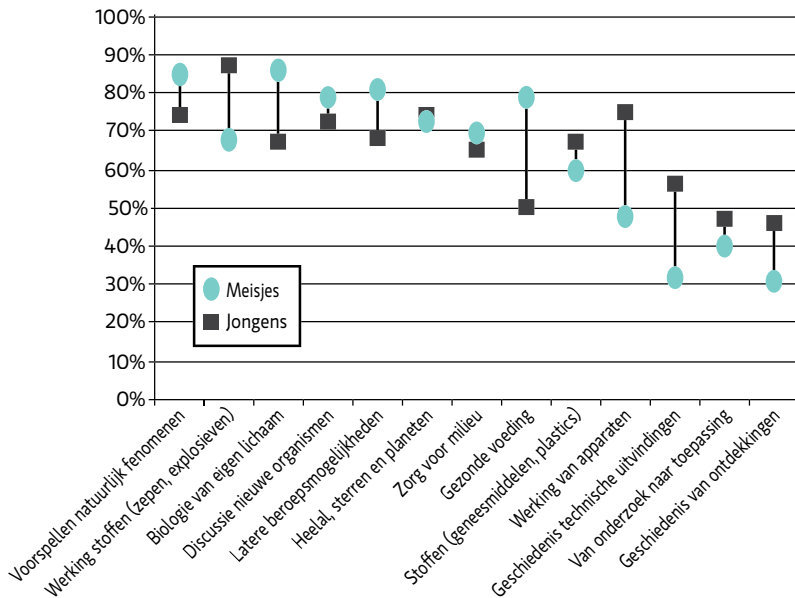
**Tabel 33. Top 5 van STEM-onderwerpen bij jongens en meisjes (ROSE)**

Top 5 bij jongens	Top 5 bij meisjes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosive Chemicals</li> <li>• How it feels to be weightless in space</li> <li>• How the atom bomb functions</li> <li>• Biological and chemical weapons and what they do to the human body</li> <li>• Black holes, supernovae and other spectacular objects in outer space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Why we dream when we are sleeping and what the dreams might mean</li> <li>• Cancer – what we know and how we can treat it</li> <li>• How to perform first aid and use basic medical equipment</li> <li>• How to exercise the body to keep fit and strong</li> <li>• Sexually transmitted diseases and how to be protected against them</li> </ul>

Bron: Universiteit Oslo (ROSE)

Deze resultaten stroken met deze van een onderzoek in Vlaanderen (IPSOS 2006) waarin aan scholieren gevraagd werd wanneer ze natuurwetenschappen op school interessanter zouden vinden (zie Figuur 62).

**Figuur 62. Mening van scholieren over de aspecten waaraan in het wetenschapsonderwijs meer aandacht moet besteed worden**



Bron: Departement EWI (IPSOS 2006)

Jongens verschilden aanzienlijk van mening met meisjes waar het ging om aspecten zoals de werking van stoffen, de biologie van het eigen lichaam, gezonde voeding, werking van apparaten en geschiedenis van technische uitvindingen. De reeds vermelde Agoria-studie (Hauttekeete, 2007) kwam ook tot het niet verrassende besluit dat jongens veel meer technologie-minded zijn dan meisjes.

Verschillende onderzoekers (o.a. *Haussler & Hoffmann 2002; Krogh & Thomsen 2005; Haste e.a. 2008*) hebben erop gewezen dat de wijze van invulling van STEM-vakken mogelijk te 'mannelijk' is en te weinig rekening houdt met wat meisjes belangrijker dan jongens vinden: de sociale context, het milieu, ethische aspecten, het nut voor de mens en de dierenwereld (zie ook *Baker & Leary 1995; Observa 2009*). Jongens worden meer aangetrokken door het idee van kennisontwikkeling op zich of door het potentieel om dankzij wetenschap iets nieuws te maken.

Het staat in elk geval buiten kijf dat de 'context- en waardenvrije' wijze waarop schoolwetenschap meestal wordt overgebracht de desinteresse van meisjes versterkt. In dit verband kunnen we ook nog wijzen op de resultaten van de Agoria-studie, waaruit bleek dat meisjes, relatief meer dan jongens, de industrie associeerden met begrippen als 'vervuiling', 'milieu' en 'ontslagen'. Dit alles wijst er ook op dat het moeilijk is om STEM-curricula uit te bouwen die zowel attractief zijn voor jongens als voor meisjes.

### **5.4.3 Minder zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen**

Een minder bekend fenomeen is dat meisjes over het algemeen minder zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen hebben dan jongens als het op STEM-vakken en -studierichtingen aankomt, ook als daar geen objectieve reden voor is. Dit fenomeen wordt vastgesteld in alle onderzoeken die zich over dit thema gebogen hebben (zie o.a. *Barnes et al. 2005; Lloyd et al. 2005; Lyons 2006; Preckel et al. 2008*). Een recent voorbeeld is een studie in Noorwegen die aantoonde dat meisjes, die op het einde van het secundair onderwijs gekozen hadden voor wetenschappelijke vakken, zich meer zorgen maakten dan jongens dat ze niet slim


genoeg waren om die vakken te beheersen (Bøe, 2009). Dickhauser en Meyer (2006) hebben aangetoond dat bij jongens en meisjes met dezelfde bekwaamheid in wiskunde meisjes meer geneigd zijn dan jongens om slechtere prestaties te wijten aan een gebrek aan eigen kunnen. Analoge bevindingen resulteren uit het internationale PISA-onderzoek. Van alle attitudes die werden gemeten had de grootste genderkloof betrekking op het zelfconcept m.b.t. wetenschap: meisjes geloofden minder in hun wetenschappelijke competenties dan jongens (EACEA/Eurydice 2010; OECD 2007).

Dit lager geloof in eigen kunnen bij meisjes vermindert hun bereidheid om te kiezen voor STEM-studierichtingen en -loopbanen. Meisjes halen ook vaak iets minder goede resultaten voor STEM-vakken dan jongens, zelfs al is hun totale schoolresultaat gemiddeld beter. Uit de PISA-onderzoeken is gebleken dat in zowat alle landen 15-jarige meisjes gemiddeld minder hoog scoren voor wiskundige geletterdheid dan jongens, maar wel hoger voor talen (zie *OECD-referenties*).

Analyse van TIMSS-resultaten (Martin et al. 2008; Olson et al. 2008) geeft aan dat er nauwelijks verschil is tussen het STEM-zelfvertrouwen van meisjes en jongens als ze 10 jaar zijn, maar dat het verschil reeds aanzienlijk is op de leeftijd van 14 jaar. Daarnaast toonde het TIMSS-onderzoek aan dat er grote verschillen zijn tussen landen. Dat wijst op het belang van sociale, culturele en onderwijskundige factoren voor de ontwikkeling van het geloof in eigen kunnen.

Verder heeft Zeldin (2000 & 2008) erop gewezen dat het zelfvertrouwen van meisjes zich anders ontwikkelt dan bij jongens. Bij jongens speelt de eigen ervaring zoals de schoolresultaten een grote rol; meisjes laten zich meer leiden door de

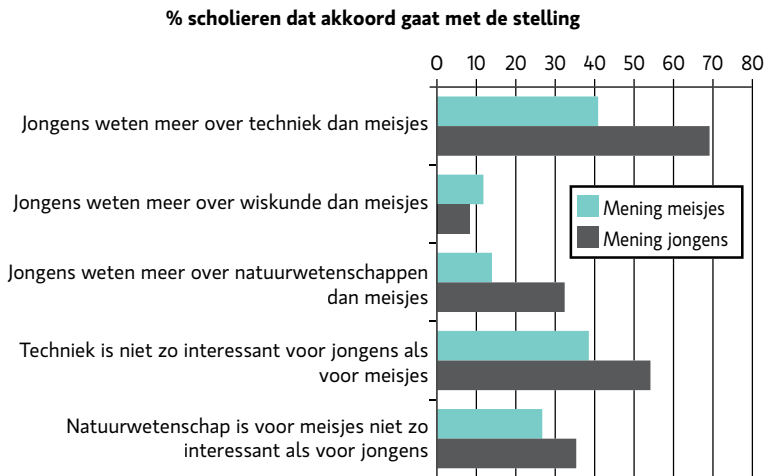




interactie met anderen – observeren van rolmodellen, complimenten, negatieve commentaar,... – om hun zelfvertrouwen op te bouwen. De implicatie hiervan is dat het geloof in eigen kunnen van meisjes meer (positief of negatief) beïnvloed kan worden dan bij jongens. Ontbreken van positieve rolmodellen en negatieve commentaar kunnen nefast zijn voor het STEM-zelfvertrouwen van meisjes (*Britner & Pajares 2006*).

De verschillen in zelfvertrouwen tussen jongens en meisjes zijn zelfs nog meer uitgesproken op gebied van techniek dan op gebied van wetenschap. Duits onderzoek (*Renn 2011; Acatech/VDI 2009*) kwam ook tot de conclusie dat ook jongens vinden dat meisjes niet zo goed zijn in techniek als zij (zie Figuur 63). Dit oordeel was zelfs het meest uitgesproken bij de jongens die heel goed waren op gebied van techniek. De opinies van meisjes en jongens versterken elkaar dus; ze verhogen het geloof in eigen kunnen van jongens en verlagen dat van meisjes.

**Figuur 63. Mening van Duitse scholieren over genderverschillen m.b.t. STEM-vakken**




Bron: Eigen bewerking op basis van gegevens Universiteit Stuttgart

#### **5.4.4 Minder identificatie met het beroep**

De derde factor in het model van Eccles, de attainment value, heeft te maken met de identificatie met het STEM-beroep. Ook hier komen onderzoekers tot de conclusie dat meisjes zich veel minder dan jongens kunnen indenken dat ze later het beroep van technicus, wetenschapper of ingenieur zouden uitoefenen.

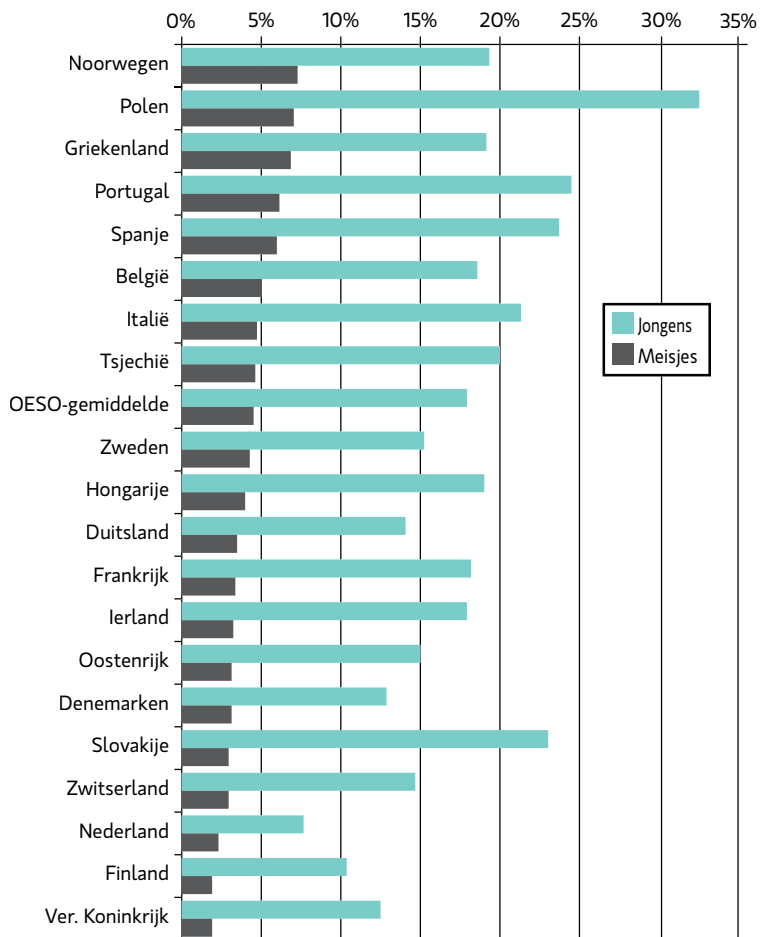
Uit de PISA-onderzoeken van de OESO is bijvoorbeeld gebleken dat slechts 5% van de 15-jarige meisjes dacht later een technische of ICT-job te hebben, terwijl dit 18% was bij de jongens van die leeftijd (Sikora & Pokropek 2011). In sommige landen zijn de verschillen nog groter (Figuur 64).



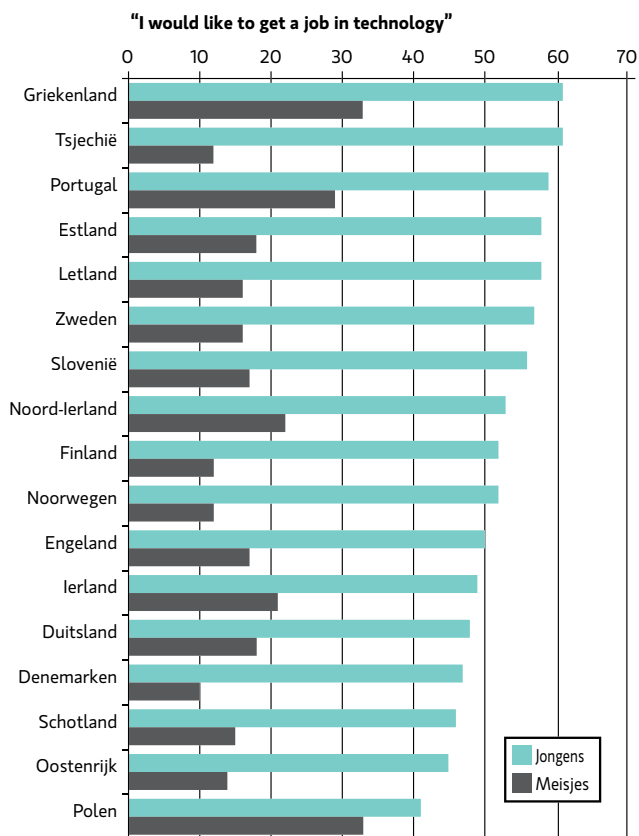
Analoge resultaten werden verkregen in de ROSE-studie, waar de stelling was geformuleerd: *'I would like to get a job in technology'*. In Europa reageerde tussen de 40% en 60% van de jongens positief op deze stelling, tegenover slechts 10% tot 20% van de meisjes (behalve in Griekenland, Portugal en Polen, waar het percentage hoger was). De resultaten voor enkele landen zijn weergegeven in Figuur 65.

Het ROSE-onderzoek toonde ook aan dat in ontwikkelingslanden meisjes veel positiever staan tegenover een technische job en op dit punt ook veel minder verschillen van jongens. Sikora and Saha (2009) hebben er in dit verband op gewezen dat gendersegregatie van wenselijke beroepen sterker is in ontwikkelde landen waar vrouwen meer keuzes hebben. In de Agoria-studie (Hauttekeete 2007) verklaarde 59% van de Vlaamse meisjes dat een job in de industrie niets voor hen was, tegenover 31% van de jongens.

**Figuur 64. Relatief aandeel van 15-jarige scholieren dat verwacht een technisch, ingenieurs- of ICT-beroep uit te oefenenen als ze 30 jaar zullen zijn**




Bron: Eigen bewerking van OESO-PISA 2006 gegevens (Sikora & Pokropek 2011)

**Figuur 65. Aantal scholieren (op 100) dat graag een technisch beroep zou uitoefenen**

Bron: University of Oslo (ROSE)

Maar ook de notie 'wetenschapper' is blijkbaar zeer mannelijk in de ogen van meisjes. Het stereotiepe beeld van de wetenschapper is diep geworteld in onze cul-



tuur. Het gaat om een man, in een witte labojas, vaak een einzelgänger met wat bizarre trekjes en een baard (zie o.a. *Barman 1999*) – cf. in de Vlaamse stripcultuur professor Barabas en professor Gobelijn. In een studie waarin jongens gevraagd werd een beeld te tekenen van een wetenschapper tekende de meerderheid een man in een witte labojas; slechts 1% tekende een vrouw (*Chambers 1983*). In het ROSE-project (ROSE) ontdekte men zelfs dat er soms nog minder meisjes waren die wetenschapper wilden worden dan technicus.

De ‘wetenschappers’ hebben dus een imagoprobleem bij meisjes. Meisjes kunnen zich mogelijk ook iets minder voorstellen bij het concept ‘wetenschapper’ dan bij ‘ingenieur’ of ‘technicus’ en hebben op 15 jaar nauwelijks een idee welke soorten jobs iemand met een wetenschappelijk diploma kan uitoefenen. Maar ze associëren deze jobs zelden met ‘mensen helpen’ of ‘sociale interactie’.

Als meisjes positief staan tegenover STEM-vakken, dan heeft dat er vaak mee te maken dat ze persoonlijke, positieve ervaringen gehad hebben met beroepsbeoefenaars. Baker and Leary (1995) stelden o.m. vast dat STEM-ervaringen met hoge emotionele impact, vaak met ouders of naaste familieleden, zoals wetenschappelijke experimenten thuis een positief effect hadden op de keuze voor STEM-vakken.

Een ander fenomeen is dat meisjes niet willen geassocieerd worden met mensen die hun vrienden niet leuk vinden – en daar ook meer belang aan hechten dan jongens. Baker en Larey (1995) vonden dat meisjes die zich aangetrokken voelden tot wetenschappelijke onderwerpen, toch niet kozen voor dergelijke studierichtingen, omdat hun leeftijdsgenoten het maar niets vonden dat ze in de toekomst een vrou-

welijke wetenschapper zouden worden. Goed zijn in wiskunde is bijvoorbeeld niet populair en wordt beschouwd als een eerder mannelijke eigenschap. In de ogen van veel meisjes horen meisjes niet thuis tussen wiskundig sterke jongens – die dan vaak ook voor STEM-studierichtingen kiezen (zie o.a. *Damarin 2000; Mendick 2005; Brandell & Staberg 2008*).

Interessant is ten slotte een bevinding uit een Bulgaarse studie (*Dundell e.a. 1998*) die een verklaring zocht voor het feit dat er in Bulgarije veel meer meisjes kiezen voor ingenieursstudie dan in het Verenigd Koninkrijk. Dit bleek deels te maken te hebben met het imago van de studies en het beroep, dat in Bulgarije veel meer met intellectuele uitdagingen dan met 'olie en vet' werd geassocieerd dan in het Verenigd Koninkrijk.

#### **5.4.5 Lagere utiliteit en hogere relatieve kost**

Omdat meisjes over het algemeen minder extrinsiek gemotiveerd zijn dan jongens, speelt de factor 'utility value' minder bij hen. Voor zover deze factor meespeelt – aanzien, werkzekerheid, interessante carrière... – zijn er in de ogen van meisjes ook andere studierichtingen mogelijk die dit kunnen bewerkstelligen en die hen intrinsiek meer aanspreken, zoals deze in de zorg-STEM gebieden. Vaak vinden zij dat werken als ingenieur of wetenschapper minder nuttig is voor hen dan indien ze arts of verzorgende zouden zijn.

Meisjes blijken de relatieve kost van het volgen van STEM-studierichtingen ook hoger in te schatten dan jongens (*Angell et al. 2004; Carlone 2003; Warrington & Younger 2003; OECD 2008*). Ook dat meisjes zwaar in de minderheid zijn in bepaalde studierichtingen – in het bijzonder de technische – is eigenlijk voor hen een bijkomende drempel en dus ook een vorm van relatieve kost.

Het spreekt vanzelf dat, als we alle voorgaande factoren samen nemen:

- minder intrinsieke interesse in school-STEM
- minder zelfvertrouwen op gebied van STEM
- minder identificatie met STEM-beroepen
- lagere inschatting van het nut van STEM voor later

de 'relatieve kost' of de drempel om te beginnen aan STEM-studierichtingen voor meisjes veel hoger is dan voor jongens. Slechts als ze voor minstens één van de factoren in het model van Eccles hoog scoren – bijvoorbeeld zeer grote interesse voor wetenschap of fascinatie voor het ingenieursberoep – is de kans reëel dat ze zullen kiezen voor een STEM-studierichting.

#### **5.4.6 Verschillende oorzaken voor de genderverschillen**

De vraag is uiteraard wat nu de oorzaak is van de aanzienlijke verschillen in al deze factoren. Onder wetenschappers is er controverse of, en in welke mate, hier erfelijke factoren meespelen en het deels te maken zou hebben met het anders functioneren van de hersenen van mannen en vrouwen. In elk geval is daar geen echt bewijs voor en het wordt door sommige auteurs (*Fine 2010; Blickenstaff 2005*) ook fel betwist.

Hoe dan ook blijken veel andere factoren een rol te spelen. Blickenstaff (2005) komt op basis van een analyse van verschillende studies tot de volgende lijst van verklarende factoren:

- biologische verschillen tussen mannen en vrouwen
- onvoldoende voorbereiding van meisjes op wetenschappelijke studierichtingen
- ontbreken van positieve ervaringen met STEM-onderwerpen in de kindertijd



- ontbreken van vrouwelijke STEM-beroepsbeoefenaars als rolmodellen
- irrelevantie van STEM-curricula in de ogen van veel meisjes
- een te mannelijke epistemologie en pedagogie bij STEM-vakken
- een te onpersoonlijk klimaat tijdens STEM-lessen
- culturele druk op vrouwen om zich te houden aan traditionele vrouwelijke rolpatronen.

Eenzijds leert deze lijst ons dat de problematiek complex is en niet kan opgelost worden met een simplistische aanpak. Maar anderzijds biedt de lijst ook een aantal ingangen om de attitude van meisjes te beïnvloeden. En het is duidelijk dat niet enkel het onderwijssysteem hierbij een rol te spelen heeft.

In de marge hiervan vermelden we dat een aantal onderzoeken aangeven dat meisjes vaak meer gemotiveerd geraken voor STEM-onderwerpen en STEM-studies in niet-gemengde groepen (*WISE 2002; Warrington & Younger 2003; Robinson & Gillibrand 2004; DfES 2007; Hiller 2010*). Uit dergelijke onderzoeken is bijvoorbeeld gebleken dat meisjes in homogene meisjesgroepen die projecten uitvoeren op gebied van natuurkunde en techniek beter presteren dan in gemengde groepen. De aanwezigheid van jongens zou het zelfvertrouwen van meisjes verminderen. Niet alle onderzoekers zijn het hier echter mee eens en/of menen dat dit effect kleiner is dan andere factoren zoals thuissituatie (*Young 1994*). Bovendien verhullen de gemiddelde verschillen tussen jongens en meisjes vaak veel grotere interne verschillen binnen die groepen.

## 5.5 EXTERNE FACTOREN EN INVLOEDEN BIJ DE STUDIEKEUZE

### 5.5.1 Toegangsrestricties en beperkingen in het aanbod

Zoals we eerder al stelden, zijn jongeren zelden helemaal vrij en autonoom in hun studiekeuze. Er zijn allerhande beperkingen en externe invloeden die hun eigen motieven kunnen doorkruisen en beïnvloeden. De meest voor de hand liggende beperkingen zijn dat de vooropleiding van de jongeren niet toelaat om een bepaalde studie aan te vatten, dat er toegangs- of capaciteitsbeperkingen zijn voor de studierichting (numerus clausus) en/of dat deze niet wordt aangeboden in de regio of het land waar men wil of mag studeren of in een taal die men meester is. In feite zou je deze beperkende factoren ook kunnen onderbrengen onder de 'relative cost' in het model van Eccles.

Hoewel het aanbod aan STEM-studierichtingen in Vlaanderen vrij uitgebreid is, wijzen we toch op een aantal lacunes:

- Er zijn veel 'technische' professionele bacheloropleidingen maar relatief weinig 'wetenschappelijke'. Wie intrinsiek sterk door wetenschap is geboeid, maar voor wie masteropleidingen in de wetenschappen te hoog gegrepen zijn, heeft niet zo veel mogelijkheden.
- Ook in het TSO hebben zowat alle STEM-studierichtingen te maken met techniek. Binnen het TSO zijn er nauwelijks STEM-richtingen die meisjes aantrekkelijk vinden (maar wel veel niet-STEM-richtingen).
- Er zijn niet zo veel multidisciplinaire opleidingen waar STEM gecombineerd wordt met maatschappelijke of sociale thema's. Dit is een gebied waar zeker voor meisjes veel potentieel in zit.

- Wie het Nederlands niet of slechts in beperkte mate beheerst maar wel interesse heeft in STEM, vindt in Vlaanderen nauwelijks STEM-opleidingen waar hij of zij terecht kan.

### 5.5.2 De invloed van ouders en familie

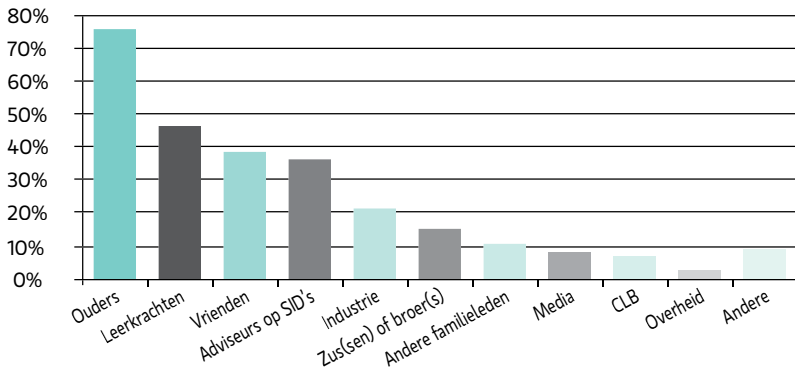
Ouders beïnvloeden de studiekeuze van jongeren, zowel rechtstreeks als onrechtstreeks. De invloed van ouders neemt wel af met de leeftijd maar is vaak toch nog aanwezig bij de initiële keuze voor studierichtingen in het hoger onderwijs. Zeker in Vlaanderen, waar de overgrote meerderheid van de studenten financieel afhankelijk is van de ouders tijdens de studies, kunnen ouders ook beletten dat hun zoon of dochter een bepaalde studierichting volgt.

Jongeren staan ook meestal open voor de mening van hun ouders. Van Aerschot et al. (2003) stellen dat Vlaamse laatstejaars uit het secundair onderwijs het belangrijk vinden dat hun ouders akkoord gaan met hun studiekeuze. Jacobs e.a. (2006) hebben ook aangetoond dat de beroepsverwachtingen van 15-jarigen significant gerelateerd zijn aan de verwachtingen van hun ouders. Uit een onderzoek van David et al. (2003) bleek dan weer dat jongens hun ouders minder 'toelaten' tot hun leven op school, terwijl meisjes er meer open voor staan om over school en studiekeuze met hun ouders te praten. Een andere studie (Langen et al. 2006) constateerde dat de keuze voor wiskunde en wetenschap bij meisjes was beïnvloed door hun familiale achtergrond, terwijl dat niet zo was bij jongens.

De invloed van de ouders op de studiekeuze is in elk geval groter dan die van leerkrachten en vrienden. Het onderzoek van Agoria (*Hauttekeete*, 2007) illustreert dit: drie jongeren op de vier gaven aan dat hun ouders hun studiekeuze hadden

beïnvloed (zie Figuur 66). Een interessante bevinding is verder de relatief grote invloed van adviseurs op studie-informatiedagen en de zeer beperkte impact van CLB's en de overheid. Dit laatste is ook gebleken uit de IST-studie (Lauwers et al. 2012).

**Figuur 66. Personen of organisaties die de studiekeuze van Vlaamse jongeren bepalen (2007)**

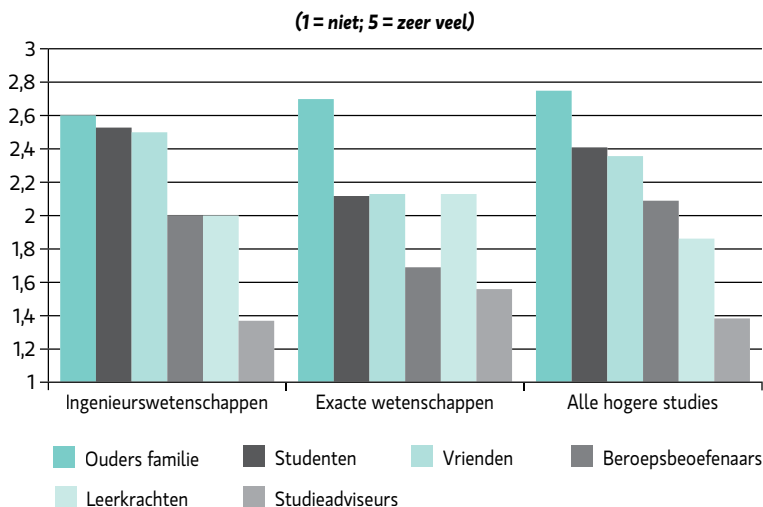


Bron: Agoria Vlaanderen (Hauttekeete 2007)

In een onderzoek bij Franse ingenieursstudenten kwamen de ouders eveneens als nummer één naar voren onder de personen die de studiekeuze hadden beïnvloed (CDEFI 2009). Het percentage voor de vaders was 61% en voor de moeders 53%. Leerkrachten haalden ook een behoorlijk percentage van 54%. Opvallend was dat 44% van de ingenieursstudenten ook beïnvloed was door een sociale relatie die als ingenieur werkte. Ook in Frankrijk scoorden de officiële oriënteringsstructuren voor scholieren bijzonder laag (7%).

Oostenrijks onderzoek (ÖIBF 2004) illustreert eveneens dat van alle personen die de studiekeuze van scholieren beïnvloeden de ouders het belangrijkste zijn (Figuur 67). Opvallend is dat bij ingenieursstudenten vrienden en studenten belangrijker zijn bij het keuzep proces dan bij andere studenten. Dit zou er kunnen op wijzen dat scholieren die ingenieursstudies overwegen het belangrijk vinden eens te rade te gaan bij studenten die de studie al hebben aangevat. Uit de grafiek blijkt verder dat bij studenten exacte wetenschappen dit juist minder het geval is.

**Figuur 67. Mate waarin personen de studiekeuze van Oostenrijkse scholieren beïnvloeden**

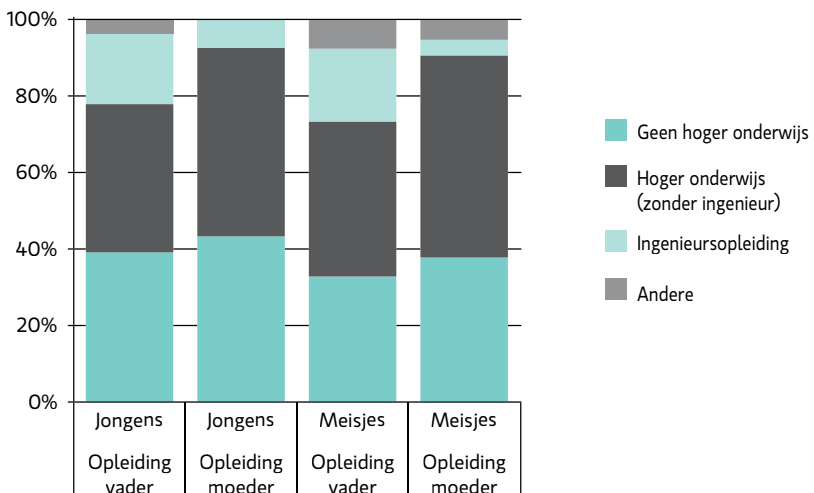


Bron: ÖIBF 2004


Heel wat onderzoek wijst trouwens op het richtinggevend karakter van de studies en het beroep van de ouders. Uit het reeds vermelde CDEFI-onderzoek bleek hoe sterk het diploma van de ouders meespeelt bij de keuze voor ingenieursstudies in Frankrijk (Figuur 68).

Beide ouders van de Franse ingenieursstudenten hebben in meer dan de helft van de gevallen een hoger diploma. Dat is veel hoger dan het gemiddelde in Frankrijk. Bij een vijfde van de studenten is de vader van de student zelf ingenieur. Uit de analyse van de gegevens bleek overigens dat 61% van de studenten, buiten de ouders, nog een familielid als ingenieur had: 35% een oom of tante, 32% een neef of nicht en 26% een zus of broer.

**Figuur 68. Opleidingsniveau van ouders van Franse ingenieursstudenten**



Bron: CDEFI (2009)



Dergelijke bevindingen illustreren dat ouders als rolmodellen voor hun kinderen kunnen fungeren en zo invloed hebben op het intentioneel gedrag van hun kinderen (Ajzen 1991). Tot de adolescentie wordt de vorming van de persoonlijkheid van jongeren sterk beïnvloed door leeftijdsgenoten. Daarna komt er weer meer ruimte voor invloed van de ouders. We melden wel dat in de IST-studie geen statistisch significant effect kon worden vastgesteld over de invloed van de ouders op de effectieve studiekeuze (Lauwers et al. 2012). Mogelijk kan dit resultaat verklaard worden doordat de invloed van ouders eerder indirect is.

Als ouders positief staan tegenover wetenschappen dan heeft dat ook invloed op de studie- en beroepskeuze van hun kinderen. In Engeland geven 12-jarige kinderen van dergelijke ouders vaker aan dan andere leerlingen dat ze later wetenschappen willen studeren en wetenschapper willen worden (De Witt et al. 2011). Duits onderzoek (acatech/VDI 2009) heeft dan weer uitgewezen dat slechts een derde van de jongeren in hun kindertijd vanuit hun familie sterk gestimuleerd werd op gebied van techniek en zelfs nog minder op gebied van wetenschap. Bij de studenten in STEM-richtingen waren er echter relatief meer stimuli geweest dan bij de andere studenten. Baker and Leary (1995) stelden op basis van hun onderzoek dat meisjes die het sterkst waren gefocust op een wetenschappelijke loopbaan, hadden leren houden van wetenschap via een ouder of grootouder die bij wetenschappelijke activiteiten betrokken was.

Er zijn ook indicaties dat de rol van de vader groter is dan deze van de moeder, zeker voor meisjes in STEM-opleidingen. Hasse et al. (2008) stelden vast dat vaders bij de meerderheid van vrouwelijke fysici hen hadden geïnspireerd voor een fysica-loopbaan. Van Vonderen en Dijkstra (1987) concludeerden dat bij meisjes de

technische beroepsoriëntatie van de vader en het aan- of afwezig zijn van broers van significant belang was bij de keuze voor een technische studierichting. Mogelijk hebben dergelijke bevindingen te maken met het feit dat er gewoonweg meer vaders zijn met een STEM-diploma dan moeders of dat (vroeger) vaders gemiddeld hoger geschoold waren dan moeders.

Samenvattend kunnen we concluderen dat ouders een impact kunnen hebben op alle factoren die de motivatie van hun kinderen beïnvloeden:

- Ze kunnen interesse opwekken voor STEM bij hun kinderen – of ook desinteresse laten blijken (*intrinsic value*). Dit zou al kunnen beginnen met het aanbieden van bepaalde soorten speelgoed in de kindertijd (*acatech/VDI 2009; Krekels 2004 & 2012*).
- Ouders kunnen duidelijk laten blijken aan hun kinderen of ze er al dan niet in geloven dat hun kinderen een bepaalde STEM-studie aankunnen (*self-efficacy*). Ze kunnen het zelfvertrouwen van hun kinderen ontwikkelen of afzwakken – soms onbewust (*zie o.a. Hazari et al. 2010*). Een studie bij 16-jarigen in Zwitserland (Labudde et al. 2000) toonde aan dat de attitude van ouders ten aanzien van natuurkunde en hun inschatting van de mogelijkheden van hun kinderen significant gecorreleerd waren met de attitudes en prestaties van hun kinderen.
- Vaak hebben ouders een zeer uitgesproken mening over de cultuur van de beroepsgroep en de wenselijkheid dat hun kind tot een dergelijke studie- of beroepsgroep zou behoren (*attainment value*). Dit laten ze ook blijken en indien hun mening negatief is, dan proberen ze vaak te beletten dat hun kind de corresponderende opleiding kiest. Anderzijds kunnen zij met hun eigen opleiding en beroep als rolmodel fungeren. Daardoor kunnen hun kinderen zich concreet



voorstellen wat het beroep inhoudt en er zich ook mee identificeren (vanaf het einde van het secundair onderwijs).

- Ze hebben vaak ook een duidelijk idee over het nut van een bepaalde studie- en beroepskeuze (*utility value*). Ouders laten dit soms primeren op de interesse van de kinderen.
- En ten slotte speelt ook de relatieve kost mee – zeker in Vlaanderen waar de ouders de grootste kost van de studies dragen, en er dus belang bij hebben dat deze opweegt tegenover het resultaat.

Ouders kunnen ook beslissingen nemen over de studierichtingen in het secundair onderwijs die de latere studie- en beroepskeuze van hun kinderen beperken of in een bepaalde richting duwen.

### **5.5.3 Invloed van andere personen en organisaties**

Ook de school en leerkrachten beïnvloeden de studiekeuze van jongeren, maar hun invloed is minder groot dan die van de ouders.

Uit de Agoria-studie is gebleken dat zowat één op de twee Vlaamse jongeren vond dat hun leerkracht(en) hen hadden beïnvloed voor hun studiekeuze (Figuur 66). Maar uit de studie bleek ook dat slechts één vijfde van de jongeren in het secundair onderwijs door de leerkrachten gestimuleerd was om een technische of wetenschappelijke studierichting te kiezen. Nog minder leerlingen waren aangemoedigd geweest om een job in de industrie te kiezen. Gelet op het aandeel van STEM-studierichtingen in het Vlaamse secundair onderwijs, zijn deze resultaten teleurstellend. Ze impliceren namelijk dat veel leerlingen in STEM-richtingen niet worden aangemoedigd door de leerkrachten om in het hoger onderwijs voor een STEM-studierichting te kiezen.

Ook studies in het buitenland wijzen op de niet onbelangrijke invloed van leerkrachten op de studiekeuze, zij het minder belangrijk dan die van ouders (*cf. hogervermelde resultaten uit CDEFI 2009 en ÖIBF 2004*).

We wijzen erop dat leerkrachten ook impact hebben op de interesse en prestaties van leerlingen op gebied van STEM – en zo dus indirect de studiekeuze kunnen beïnvloeden. In een meta-analyse van talrijke onderzoeken kwam Hattie (2003) tot de bevinding dat tot 30% van de variatie in leerlingenprestaties kan worden toegeschreven aan de leerkrachten (50% van de variatie heeft te maken met de leerlingen zelf). Alle andere partijen samen – ouders, schooldirectie, vrienden,... – waren slechts verantwoordelijk voor de resterende 20% variatie.

Zoals hoger al vermeld kunnen ook andere partijen dan ouders of leerkrachten jongeren beïnvloeden in hun keuze. In Vlaanderen blijken dat vooral vrienden en adviseurs op studie-informatiedagen te zijn (zie Figuur 66). Ook vrienden en kennissen spelen een rol, en vaak ook beroepsbeoefenaars met wie men in contact geweest is. Zoals we eerder al aangaven, laten meisjes zich wat meer beïnvloeden door hun leeftijdsgenoten en vrienden dan jongens, omdat ze meer belang hechten aan wat hun vrienden van hun studiekeuze denken.

## 5.6 TYPOLOGIËN VAN JONGEREN OP BASIS VAN HUN HOUDING NAAR STEM

Verschillende onderzoekers hebben pogingen ondernomen om jongeren in te delen op basis van hun houding naar STEM op school en naar STEM-beroepen. Op die manier wordt de heterogeniteit onder de jongeren zichtbaar gemaakt en kan

men ook de kansen inschatten om jongeren te kunnen overtuigen om voor STEM te kiezen – en welke argumenten daarbij nuttig zijn.

Grootschalig attitudeonderzoek van 11-jarigen in Nederland kwam tot de volgende indeling van deze kinderen op basis van hun houding naar techniek (*Van den Broek et al. 2010*):

- ‘Ongeïnteresseerden’ (27% van de kinderen, overwegend meisjes): ze vinden techniek redelijk moeilijk, zien er weinig het belang van in en beleven er weinig plezier aan.
- ‘Geïnteresseerden’ (31% van de kinderen, overwegend jongens): ze vinden techniek niet erg moeilijk, zien er het belang van in en beleven er veel plezier aan. Als enige groep nemen ze zich voor om later een technische opleiding of beroep te kiezen.
- ‘Bevooroordeelden’ (14% van de kinderen, overwegend jongens). Deze hebben de sterkste genderstereotiepe opvattingen over techniek.
- ‘Onbevooroordeelden’ (28% van de kinderen, overwegend meisjes). Ze vinden techniek niet erg moeilijk en hebben er redelijk veel plezier in. Maar ze nemen zich niet voor om verder te gaan met techniek.

De resultaten van het Engelse ROSE-onderzoek (ROSE) leidden tot de volgende categorisaties van 15-jarige jongeren op basis van hun houding tegenover schoolwetenschap:

- een ‘pro-wetenschap’-groep (20,6% van de meisjes en 36,3% van de jongens) die schoolwetenschap interessant vond en verkoos boven andere onderwerpen
- een ‘anti-wetenschap’-groep (42,2% van de meisjes en 29,5% van de jongens) die schoolwetenschap niet interessant vond en andere vakken verkoos

- een 'schijnbare pro-wetenschap'-groep (34,7% van de meisjes en 31,0% van de jongens) die schoolwetenschap niet interessant vond maar toch verkoos boven andere vakken
- een kleine 'latent pro-wetenschap'-groep (2,5% van de meisjes en 3,3% van de jongens) die schoolwetenschap interessant vond maar niet boven andere vakken verkoos.

Op basis van onderzoek in opdracht van het Platform Bèta Techniek werd in Nederland ook het BètaMentality-model gecreëerd (*Youngworks 2010*), een model dat kan gebruikt worden om te bepalen hoe jongeren staan tegenover STEM-disciplines en -beroepen. Aan het BètaMentality-model liggen vijf dimensies ten grondslag. Deze dimensies worden gezien als eigenschappen die jongeren in meer of mindere mate bezitten:

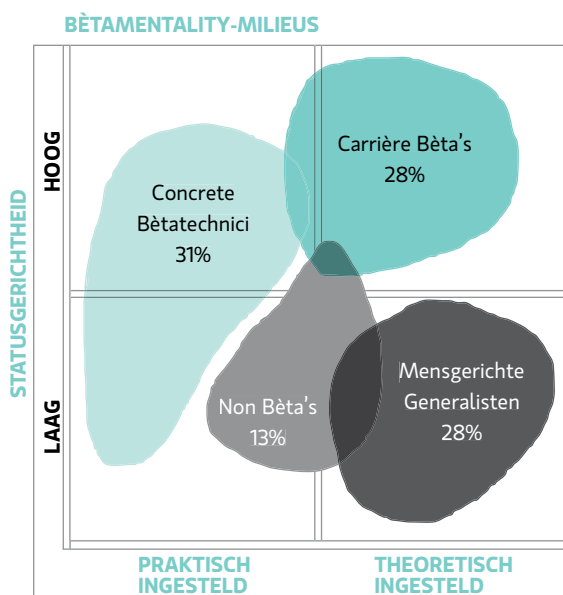
- negatieve houding en toekomstbeeldgericht
- mens- en maatschappijgericht
- praktische instelling
- bètatechnische interesse
- statusgericht.

In het onderzoek is men gekomen tot een opdeling van de jongeren in vier segmenten (zie Figuur 69), weergegeven volgens de dimensies statusgerichtheid en praktische instelling:

- de 'Concrete Bètatechnici', die techniek leuk vinden en er hun hobby of beroep van willen maken
- de 'Carrière Bèta's', die extrinsiek gemotiveerd zijn in bètatechniek en de bijhorende loopbaanmogelijkheden

- de 'Mensgerichte Generalisten' die vanuit de gedachte iets te willen betekenen voor de samenleving geïnteresseerd (kunnen) zijn in STEM
- de 'Non Bèta's' die negatief staan tegenover STEM en het belang van de STEM-vakken niet inzien.

**Figuur 69. Indeling van jongeren op basis van twee dimensies in het Bèta-Mentality model**




Bron: Platform Bèta Techniek (Youngworks 2010)

Duits onderzoek over de motieven van ingenieursstudenten voor hun studiekeuze (zie o.a. *Pfenning 2012, acatech/VDI 2009*) kwam tot een indeling in vier groepen, waarvan er drie enigszins vergelijkbaar zijn met deze uit het BètaMentality-model:

- intrinsiek-gemotiveerde studenten, die zich verder willen ontplooiën, zeer leergierig zijn en graag zelfstandig willen kunnen werken
- materieel-extrinsiek gemotiveerde studenten, die kiezen voor ingenieursstudies omwille van het inkomen, loopbaanmogelijkheden en werkzekerheid
- ideëel-extrinsiek gemotiveerde studenten, die dankzij hun studie bv. hopen nieuwe landen en culturen te leren kennen, een veelzijdige job uitoefenen, enz.
- maatschappelijk-extrinsieke studenten, die het belangrijk vinden om via hun beroep te kunnen bijdragen tot maatschappelijk welzijn en voor wie contacten en teamwerk belangrijk zijn.

Haste kwam in 2004 tot de volgende indeling, gebaseerd op onderzoek bij 11- tot 21-jarigen:

- (1) de 'groene' groep (vooral meisjes onder de 16), die ethische bezwaren heeft over de impact van STEM op het milieu en sceptisch staat tegenover het verstoren van de natuur
- (2) de 'techno-investors' (vooral jongens), die enthousiast aankijken tegen technologie en de gunstige effecten ervan; ze hebben ook vertrouwen in wetenschappers en de overheid
- (3) de 'wetenschappelijk georiënteerden' (vooral jongens), die geïnteresseerd zijn in wetenschap en geloven in het toepassen van wetenschappelijke denkmethoden
- (4) de 'van de wetenschap vervreemden' (vooral meisjes), die wetenschap saai vinden en sceptisch staan tegenover het potentieel van wetenschap.



Hoewel de vermelde indelingen onderling verschillen, kunnen we er toch een aantal algemene conclusies uit destilleren. De eerste is dat jongeren een heel heterogene groep vormen, met heel verscheiden attitudes en interesses. De redenen waarom ze al dan niet voor STEM kiezen, kunnen ook sterk verschillend zijn. Dat impliceert dat idealiter ook de argumenten, middelen en initiatieven die worden ingezet om het studiekeuzeproces van jongeren te beïnvloeden met deze verschillen rekening moeten houden. Initiatieven die eenzijdig focussen op één aspect – bijvoorbeeld de loopbaanmogelijkheden – zullen weinig impact hebben op jongeren die vooral intrinsiek gemotiveerd zijn of die de sociale aspecten van het beroep heel belangrijk vinden.

Om met de verschillen tussen jongeren rekening te houden, hebben de ontwikkelaars van het BètaMentality-model een gedifferentieerde benadering voorgesteld voor het sensibiliseren en werven van jongeren voor STEM. Deze is schematisch weergegeven in Tabel 34.

**Tabel 34. Differentiatie in benadering op basis van de indeling in het Bèta-Mentality-model**

<p><b>Concrete Bètatechnici</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mooi werk in bèta en techniek</li> <li>• Spectaculaire acties</li> <li>• Proefjes doen</li> <li>• Techniek Challenge</li> <li>• Buitenschoolse activiteiten</li> <li>• Meet the engineer</li> </ul>	<p><b>Carrière Bèta's</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedrijvencontactdag</li> <li>• Carrière coaching</li> <li>• Beroepentest</li> <li>• Businessgames</li> <li>• Status &amp; trots uitstralen</li> <li>• Merken die tot de verbeelding spreken</li> <li>• Meet the boss</li> </ul>
<p><b>Non Bèta's</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linken aan hobby's</li> <li>• Techniek in de context van design &amp; trends</li> <li>• Bètatechniek in cultuur &amp; entertainment videoclips, podiumbouw &amp; pretparken</li> <li>• Vrouwelijke rolmodellen &amp; leuke mensen in de techniek</li> <li>• Meet the inspirerende verteller</li> </ul>	<p><b>Mensgerichte Generalisten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debatten</li> <li>• Maatschappelijke challenge</li> <li>• Focus op vertaalslag naar de gebruiker</li> <li>• Samenwerking met zorg &amp; geneeskunde</li> <li>• Brede studies</li> <li>• Meet the visionary</li> </ul>

Bron: Platform Bèta Techniek (Youngworks 2010)



# HOOFDSTUK 6

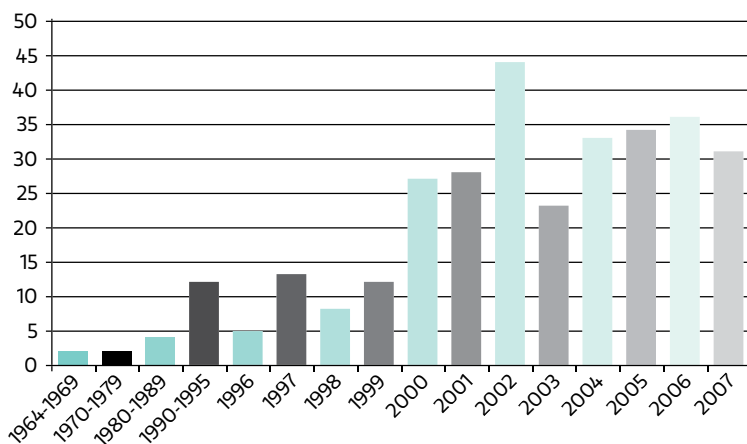
## INITIATIEVEN OM JONGEREN TE STIMULEREN VOOR STEM-STUDIES EN -BEROEPEN

### 6.1 VEEL INITIATIEVEN

#### 6.1.1 Europese landen blijven niet bij de pakken zitten

De STEM-problematiek is niet enkel een Vlaams, maar ook een internationaal gegeven. In zowat alle Europese landen werden daarom maatregelen genomen om hieraan te verhelpen, zodat meer jongeren zouden kiezen voor STEM-studierichtingen en STEM-beroepen.

Het aantal initiatieven is zeer verscheiden en ook zeer groot. Alleen al voor Duitsland kwam een studie (Acatech 2011) tot bijna 1.000 verschillende initiatieven. Uit deze analyse bleek dat vooral vanaf 2000 veel nieuwe initiatieven zijn ontstaan (zie Figuur 70). Sinds enkele jaren is er sprake van een zekere consolidering en zijn er minder nieuwe initiatieven.

**Figuur 70. Evolutie van het aantal nieuw opgestarte STEM-initiatieven in Duitsland**

Bron: Acatech 2011

In het Verenigd Koninkrijk telde men in 2004 meer dan 470 verschillende STEM-initiatieven die werden georganiseerd of financieel gesteund door overheidsdiensten en –agentschappen (*DfES 2004*). Ook het STEM-actieplan van de Vlaamse Regering vermeldt meer dan 240 verschillende initiatieven – wat in verhouding zelfs nog meer is dan in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

We schatten dat er de voorbije jaren in de Europese Unie ruwweg tussen de 3.000 en 5.000 naar jongeren gerichte initiatieven gelopen hebben die te maken hebben met STEM-vakken, STEM-studierichtingen en/of STEM-beroepen. Dit is een bijzonder groot aantal. Opvallend is dat er veel kleinschalige en lokale initiatieven zijn, zelfs in landen waar een STEM-strategie bestaat vanuit de overheid. Bij som-

mige initiatieven nemen overheidsdiensten en agentschappen het voortouw, maar vaak beperkt hun rol zich tot het ondersteunen van initiatieven van onderzoekscentra, bedrijven, stichtingen, universiteiten, scholen, en andere organisaties. Sommige initiatieven worden volkomen met private middelen gefinancierd. Vooral het bedrijfsleven neemt het heft vaak in eigen handen bij allerhande STEM-initiatieven, om zo in de toekomst voldoende geschikt personeel te kunnen blijven rekruteren.

Experten in de meeste Europese landen vinden dat er te veel dergelijke initiatieven zijn, dat ze te kleinschalig zijn en dat ze onvoldoende langetermijnperspectief hebben. Dat geldt zeker ook voor Vlaanderen. In zijn Advies 155 stelde de VRWI reeds dat deze initiatieven erg gefragmenteerd en te weinig gestroomlijnd zijn, te weinig kritische massa hebben en in het algemeen te weinig gefocust zijn op het verhogen van de uitstroom in wetenschappelijke en technische richtingen.

### **6.1.2 De meeste STEM-initiatieven streven verschillende doelstellingen na**

De STEM-initiatieven in Europa hebben meestal niet enkel als doel om meer jongeren naar STEM-studierichtingen en –beroepen toe te leiden. Het doelstellingenpalet is meestal breder. Overheden streven meestal een of meer van de volgende doelstellingen na:

- bij jongeren een positief beeld van STEM promoten
- de kennis van de bevolking over (het belang van) STEM verhogen
- de kwaliteit en de methoden voor STEM-onderwijs verbeteren
- de interesse van leerlingen voor STEM-vakken doen toenemen
- leerlingen stimuleren om later STEM-studies te volgen (op secundair en hoger niveau)

- een beter genderevenwicht in STEM-studies en –beroepen bereiken
- werkgevers laten beschikken over voldoende mensen met STEM-competenties.

Een analyse van de doelstellingen nagestreefd door de Duitse initiatieven gaf het volgende beeld:

**Tabel 35. Doelstellingen van Duitse STEM-initiatieven (N=317)**

Vernoemde doelstelling	%
Het aantal STEM-professionals verhogen	51 %
De belangstelling voor techniek van jongs af aan bevorderen	51 %
Kennis op gebied van STEM-onderwerpen verhogen	48 %
Bij meisjes de interesse voor techniek aanwakkeren	41 %
Nieuwe didactische methoden of materialen uittesten	38 %
Nieuwe pedagogische concepten toepassen	32 %
Andere redenen	30 %
Talenten ontwikkelen bij begaafde jongeren	26 %
De reputatie van techniek in de maatschappij verhogen	24 %
Techniek voorstellen in scholen	22 %
Persoonlijke ervaringen delen met jonge mensen	21 %
De studiebegeleiding van scholieren optimaliseren	19 %
Studenten meer informatie geven over het ingenieursberoep	15 %
Meer praktijk in het onderwijs inbrengen	10 %
Competities tussen projecten bevorderen	10 %
Samenwerking tussen scholen en bedrijfsleven bevorderen	10 %
Contacten leggen tussen ondernemingen en afgestudeerden	9 %
Het eigen werkterrein thematisch heroriënteren	4 %
Opdracht uitvoeren van hogerhand	1 %

Bron: MoMoTech (Acatech 2011)

De meeste initiatieven streven dus meerdere doelstellingen na en/of worden om meer dan één reden gelanceerd. En hoewel de verhoging van het aantal STEM-

gediplomeerden meespeelt bij de helft van de Duitse initiatieven, is het zeker niet de enige reden. Verbetering van de kwaliteit van het STEM-onderwijs is eveneens een centrale bekommernis.

Uit een analyse van een steekproef van acht Vlaamse STEM-initiatieven, uitgevoerd in het kader van de IST-studie, bleek dat deze initiatieven zich niet expliciet richten op de verhoging van het aantal STEM-gediplomeerden. Bij deze initiatieven kwamen vijf doelstellingen voor, waarvan de eerste twee meest frequent voorkwamen:

- de interesse van jongeren voor wetenschappen en technologie opwekken
- jongeren wetenschappen en technologie als iets plezierig laten ervaren
- de zelfeffectiviteit van jongeren voor wetenschappen en technologie vergroten
- jongeren het maatschappelijk belang en de relevantie van wetenschappen en technologie laten inzien
- jongeren laten kennismaken met de verschillende aspecten en mogelijkheden van een wetenschappelijk of technisch beroep.

## 6.2 VERSCHILLENDE SOORTEN INITIATIEVEN

*De meeste STEM-initiatieven in Europa behoren tot één of meer van de volgende categorieën:*

- (1) beleidsplannen en ondersteunende structuren*
- (2) curriculumhervormingen*
- (3) pedagogische vernieuwingen*
- (4) opleiding en bijscholing van leerkrachten*
- (5) samenwerking van scholen met andere organisaties*
- (6) acties gericht naar bepaalde doelgroepen.*


*In wat volgt bespreken we kort elk van deze soorten initiatieven. We geven nog mee dat er nog andere soorten initiatieven bestaan die we niet verder bespreken in dit rapport zoals wetenschapsbeurzen, kennismakingsstages, sensibiliseringscampagnes, gerichte studiebegeleiding...*

### **6.2.1 Beleidsplannen en ondersteunende structuren**

Ondanks het grote aantal initiatieven in de meeste Europese landen, zijn er weinig landen waar er echt sprake is van een 'integraal overheidsbeleid' inzake STEM. Onder 'integraal beleid' verstaan we een strategie door de overheid met duidelijke (verifieerbare) doelstellingen, gericht op verschillende onderwijsniveaus en STEM-richtingen, met betrokkenheid van alle relevante actoren, met een stevig budget en een duidelijk actieplan. Verderop in dit hoofdstuk zullen we enkele voorbeelden aangeven.

Deels heeft dit te maken met versnippering van bevoegdheden, o.a. het feit dat onderwijs in veel landen voor veel aspecten een regionale of zelfs een lokale bevoegdheid is. Verder heeft het onderwijsveld in veel landen geen traditie van grootse beleidsplannen, maar eerder van geleidelijke hervormingen. We zien vooral integrale beleidsplannen opduiken in landen waar er grote problemen zijn en het aantal STEM-gediplomeerden laag is (bv. Nederland en Noorwegen). In Zwitserland, waar op enkele uitzonderingen na, onderwijs een kantonale bevoegdheid is, zijn er momenteel voorstellen om het federaal budget voor onderwijsgerelateerde STEM-initiatieven gevoelig te verhogen.

Of er sprake is van een 'integraal beleid' hangt ook wel af van hoe breed of eng men dit opvat. Sommige plannen zijn ook eerder te beschouwen als een verzame-



ling van verschillende acties (bv. Frankrijk, Ierland) van verschillende actoren dan een centraal gestuurd beleidsplan. We zien ook een evolutie waarbij er niet zozeer sprake is van een integraal plan, maar waar de overheid inzet op één bepaalde dimensie, bijvoorbeeld bijscholing of ondersteuning van leerkrachten, de invoering van inquiry based learning (Oostenrijk), de werking van wetenschapscentra (Portugal) of de verbetering van de kwaliteit van het wiskundeonderwijs (Noorwegen, Zweden).

Door de financieel-economische crisis is de interesse in grote integrale beleidsplannen ook verminderd. Het recente voorstel van de Zweedse Teknikdelegationen wordt niet ten uitvoer gebracht. Het Nederlandse Delta Plan Bèta Techniek krijgt geen 'integraal' vervolg, al worden bepaalde acties wel voortgezet en nieuwe gelanceerd. Het STEM-plan in het Verenigd Koninkrijk is stopgezet omwille van bezuinigingen, al lopen heel wat activiteiten in de Science Learning Centres wel nog door.

### **6.2.2 Curriculumhervormingen**

Het aantal Europese landen dat (grote) curriculumhervormingen doorvoert en waarbij STEM een andere of meer significante plaats inneemt, is eerder gering. Dat heeft natuurlijk te maken met de inertie die eigen is aan curriculumhervormingen en het feit dat het belang van STEM-vakken moet afgewogen worden ten opzichte van vele andere maatschappelijke noden. In verschillende landen – Zweden, Noorwegen, Frankrijk, Duitsland, Portugal, Ierland,... – is er aandacht voor versterking van het rekenen en wiskundeonderwijs. In sommige landen, zoals Ierland en Duitsland, is er meer plaats gekomen voor wetenschap in het lager onderwijs.

In verschillende landen heeft ook technologie zijn intrede gedaan in het (lager) secundair onderwijs.


In plaats van curriculumhervormingen noteren we in veel landen een toenemende aandacht voor nieuwe handboeken en materialen, voor meer vakoverschrijdende en transdisciplinaire benaderingen en voor een meer contextuele benadering van wetenschapsvakken.

Een interessant fenomeen, dat geldt in nagenoeg alle landen, is dat in het lager onderwijs natuurwetenschap als één geheel wordt gegeven, maar dat het vanaf het secundair onderwijs wordt opgesplitst in natuurkunde, scheikunde en biologie. Sommige experts menen dat het beter zou zijn om ook in het secundair onderwijs de exacte wetenschappen als één gemeenschappelijk vak te beschouwen. Dit zou meer perspectieven kunnen bieden voor de ontwikkeling van wetenschappelijk inzicht en methode, op het kunnen inpassen van inquiry based learning (zie verder) en aan meer contextueel wetenschapsonderwijs.

### **6.2.3 Pedagogische vernieuwingen**

Vanuit de vaststelling dat attractiever STEM-onderwijs de interesse voor STEM-studies en STEM-loopbanen kan doen toenemen, hebben heel wat overheden en andere organisaties in Europa initiatieven opgezet om STEM-onderwijs attractiever te maken – in sommige landen reeds vanaf de kleuterklas. Sleutelwoorden hierbij zijn ‘inquiry based learning and teaching’ en beter aansluiting bij de leefwereld en interessesfeer van kinderen/jongeren (zie o.a. *Verschaffel et al. 1998*). Vaak gaan deze initiatieven gepaard met het ontwikkelen van nieuw pedagogisch materiaal en de bijscholing van leerkrachten.

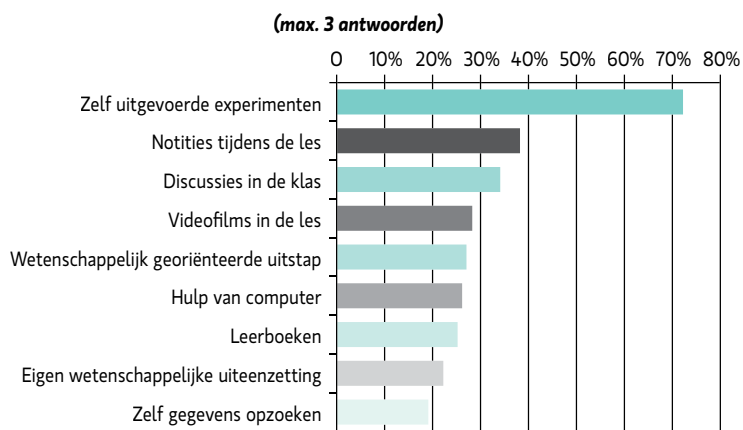




Dat het gebruik van inquiry based learning en leren via onderzoek effect heeft op de interesse, de motivatie en het leereffect van leerlingen wordt ondersteund door heel wat internationaal onderzoek (zie o.a. Gibson & Van Strat 2001; Liang & Gabel 2005; Žoldošová & Prokop 2006; Zlon et al. 2007; Brickman et al. 2009; Hiller 2010 & 2011b; Ulm 2011; OFSTED 2011). Een voorbeeld is een recente Engelse studie (OFSTED 2011) die vaststelde dat meer praktisch wetenschapsonderwijs en nadruk op wetenschappelijke onderzoeksvaardigheden in het onderwijs de sleutelfactoren waren die de prestaties van de leerlingen in de wetenschapsvakken verhoogden.

Enmaal leerlingen zelf activerend STEM-onderwijs hebben gekregen zijn ze trouwens meestal vragende partij om dit te continueren. We herinneren in dit verband ook aan een Vlaams onderzoek voor het Departement EWI (IPSOS 2006). De ondervraagde scholieren moesten zich uitspreken over de stelling “Volgens mij zijn de beste wijzen om natuurwetenschappen te leren ...” Liefst 72% antwoordde met “Zelf uitgevoerde wetenschappelijke experimenten” (zie Figuur 71).

**Figuur 71. De beste wijzen om natuurwetenschappen te leren volgens Vlaamse scholieren**



Bron: Departement EWI (IPSOS 2006)

Wanneer STEM-initiatieven die stoelen op inquiry based learning worden geëvalueerd, tonen ze doorgaans aan dat de interesse van kinderen/jongeren in STEM-onderwerpen is toegenomen. Zowel leerkrachten als leerlingen zijn er meestal enthousiast over. De verhoogde motivatie die met inquiry based learning gepaard gaat, leidt ook tot betere schoolprestaties. Het mag dan ook geen verbazing wekken dat dergelijke STEM-initiatieven in Europa aan belang winnen. Verderop zullen we enkele van dergelijke initiatieven kort toelichten.

Hoewel sommige experts de toenemende interesse voor hogere STEM-studies in bepaalde Europese landen toeschrijven aan de veranderde pedagogische aanpak in

het wetenschapsonderwijs, is het meestal nog te vroeg om een dergelijke causale link te kunnen leggen. Veel initiatieven viseren trouwens kinderen in het lager onderwijs en zijn ook nog niet erg lang operationeel. De eventuele effecten zullen zich dus ten vroegste over enkele jaren laten voelen.

#### **6.2.4 Opleiding en bijscholing van leerkrachten**

Veel Europese initiatieven, en vooral de grootschalige, gaan gepaard met een aanzienlijke inspanning op gebied van bijscholing van leerkrachten. Een groot deel van de doelgroep zijn vrouwelijke leerkrachten lager onderwijs die vanuit hun opleiding of achtergrond nauwelijks affiniteit hebben met wetenschap of techniek. Vaak zijn deze leerkrachten voor deze disciplines ook heel onzeker. Uit de evaluatie van dergelijke initiatieven is gebleken dat bijscholing voor leerkrachten, bijvoorbeeld hoe ze inquiry based learning moeten implementeren, wel degelijk succes heeft en dat veel van deze leerkrachten enthousiaste STEM-promotoren worden.

De bijscholing wordt vaak verzorgd door Science Centres, hogeronderwijsinstellingen of speciaal opgeleide trainers. Allerhande vormen bestaan – qua duur en methodiek – maar meestal gaat het om relatief korte opleidingen waarbij de leerkrachten zich de nieuwe pedagogie eigen maken en leren het pedagogisch materiaal te gebruiken.

In verschillende landen gebeurt de begeleiding van leerkrachten door regionale expert teachers of mentoren. Heel wat initiatieven zijn gebaseerd op lokale of regionale netwerken van scholen (en leerkrachten), hogeronderwijsinstellingen en andere geïnteresseerde stakeholders. Die netwerken zijn vaak verbonden aan een hogeronderwijsinstelling die zorgt voor ondersteuning en onderzoek. Binnen deze

netwerken zijn er vaak ook 'aquariumscholen' die op sommige dagen open staan voor andere scholen en/of bijscholing organiseren.

Een groeiend aantal initiatieven is gericht op het uitbouwen van leergemeenschappen (*learning communities*) van leerkrachten binnen en buiten scholen. Het is een belangrijke ontwikkeling binnen enkele van de initiatieven zoals IMST en SINUS Transfer die we verder zullen bespreken. Inspiratie is daarvoor deels gevonden in het 'lesson study'-concept in Japan, waarbij groepjes vakleerkrachten door analyse van de gegeven lessen systematisch de lessen verbeteren.

In verhouding met de aandacht die gaat naar de bijscholing van leerkrachten, noteren we minder veranderingen in de initiële lerarenopleiding zelf. Maar ook hier beweegt er steeds meer op het terrein. Vaak is er overigens een nauwe band tussen de centra die instaan voor de bijscholing van leerkrachten op gebied van STEM en de instellingen die de lerarenopleiding organiseren. De positieve ervaringen in de bijscholingsinitiatieven vinden zo hun weg naar aanpassingen binnen de initiële opleiding van leerkrachten, waar er meer aandacht komt voor inquiry based learning, en dan specifiek op gebied van STEM. Aan de Universiteit van Amsterdam is er zelfs een speciale 4-jarige lerarenopleiding daarvoor gecreëerd.

### **6.2.5 Samenwerking van scholen met andere organisaties**

Een manier om STEM-onderwerpen binnen te brengen in scholen en STEM-beroepen zichtbaarder te maken voor leerlingen is door scholen te laten samenwerken met andere organisaties. Het gaat dan vooral over samenwerking met onderzoekscentra, hogeronderwijsinstellingen, bedrijven en 'science centres'. De activiteiten die in het kader van dergelijke samenwerkingsverbanden en netwerken ontplooid

worden, zijn zeer divers en zijn zowel leerrijk voor leerlingen als voor leerkrachten: uitvoeren van experimenten, observeren van STEM in een bedrijfscontext, contacten met allerlei STEM-beroepsbeoefenaars, zelfs participeren in lokale onderzoeksprojecten. Voor leerkrachten gaat het vaak om een interessante vorm van bijscholing en professionele ontwikkeling.

De doelstellingen van dergelijke partnerships overstijgen meestal de loutere beweegreden om meer jongeren aan te trekken naar STEM-beroepen, en hebben meestal ook nog andere doelstellingen zoals

- (1) de wetenschappelijke en technische cultuur van jongeren ontwikkelen
- (2) jongeren beter het doel van wetenschap en techniek doen begrijpen
- (3) de kwaliteit van het wetenschappelijk en technisch onderwijs op school verhogen.

In veel landen promoot men samenwerkingsverbanden tussen enerzijds een lokale actor (bedrijf, onderzoekscentrum,...) en een groep van scholen. Her en der evolueert dit trouwens van een relatief vrijblijvend netwerk naar een beleidsgericht samenwerkingsverband van alle relevante actoren dat het lokaal en regionaal beleid uittekent op gebied van STEM.

In de marge hiervan vermelden we nog dat uit een enquête door de Koning Boudewijnstichting bij alle Vlaamse schooldirecteuren is gebleken dat de grote meerderheid van deze directeuren vindt dat scholen en bedrijven meer moeten samenwerken (*Van den Berghe 2008b*).

Een speciale partner in dit soort samenwerkingsverbanden zijn de zogenaamde 'science learning centres'. Dergelijke centra bestaan nu in de meeste Europese landen. In sommige landen, zoals het Verenigd Koninkrijk en Portugal, is een heel

netwerk van dergelijke science centres opgericht. Het gaat om locaties waar scholieren experimenten kunnen uitvoeren en waar leerkrachten worden bijgeschoold. Ze ontwikkelen vaak ook specifiek didactisch materiaal. In Noorwegen en Engeland hebben evaluaties aangetoond (*Norwegian Ministry of Education and Research 2010; GHK 2008*) dat de participatie aan activiteiten van dergelijke centra de beslissing van leerlingen om te kiezen voor wetenschappelijke studierichtingen positief beïnvloedt. Zo stelde bijvoorbeeld 20% van de Noorse studenten die wetenschappelijke studies startten in het hoger onderwijs in 2008 dat het bezoek aan het science centre hen daartoe had gemotiveerd en geïnspireerd.

### **6.2.6 Acties gericht naar bepaalde doelgroepen**

Een laatste reeks initiatieven kenmerkt zich minder door de organisatievorm of finaliteit, maar wel door het feit dat ze een bepaalde doelgroep viseren.

Het is niet verbazingwekkend dat de meest voorkomende specifieke doelgroep meisjes zijn. In zowat alle landen bestaan er tal van initiatieven die zich specifiek en vaak exclusief richten op meisjes. Zoals we eerder al aangaven 'presteren' meisjes vaak beter in niet-gemengde omgevingen als het op STEM aankomt, en winnen ze gemakkelijker aan zelfvertrouwen en interesse. Er bestaan dan ook heel wat 'girls only'-initiatieven.

In een aantal landen zijn er ook specifieke maatregelen om sterke STEM-leerlingen verder aan te moedigen: wiskunde- en wetenschapscompetities, speciale extra wetenschapslessen, brugklassen op het einde van het secundair onderwijs zodat jongeren reeds college kunnen volgen aan de universiteit (bv. junior college Utrecht), enz.

Er zijn echter relatief weinig maatregelen die specifiek gericht zijn op leerlingen die zwak presteren op gebied van STEM. Wellicht wordt ervan uitgegaan dat deze leerlingen toch nooit succesvol kunnen zijn in STEM-studierichtingen. Er zijn ook weinig initiatieven die zich specifiek richten op de migrantenbevolking, waarvan het STEM-potentieel volgens verschillende waarnemers nochtans onderbenut is.

### **6.2.7 Enkele verschillen met Vlaanderen**

Veel van de soorten initiatieven die in het buitenland voorkomen, bestaan onder een vergelijkbare vorm ook her en der in Vlaanderen. De bijlage bij het Vlaamse STEM-actieplan illustreert trouwens de grote verscheidenheid van wat er de voorbije jaren aan initiatieven heeft gelopen of nog loopt. Toch wijzen we op enkele verschillen en/of lacunes in Vlaanderen als we de vergelijking maken met het buitenland:

- (1) In verschillende landen bestaan er initiatieven die een groot deel van alle scholen / leerlingen / leerkrachten bereiken (of die ambitie hebben). Voorbeelden daarvan zullen we verder geven. Dergelijke grootschalige initiatieven zijn er niet in Vlaanderen.
- (2) Beleidsplannen in sommige landen durven ook kwantitatieve doelen vooropstellen (zoals "stijging met X%") die dan enkele jaren later geëvalueerd worden. In Nederland werkt men zelfs met resultaatsverbintenissen: scholen krijgen middelen maar moeten bewijzen dat ze gestelde doelstellingen hebben bereikt.
- (3) In sommige landen kan de overheid meer sturen inzake de toegang tot het hoger onderwijs - nagenoeg nergens is er een 'ongelimiteerde' toegang tot het hoger onderwijs en het volgen van gelijk welke studierichting.

- (4) Vaak kan de overheid (soms de lokale overheid) ook in zekere mate ingrijpen of ondersteuning bieden inzake pedagogische methoden; in Vlaanderen behoort dit tot de bevoegdheid van de scholen en de onderwijsnetten.
- (5) In verschillende landen is er specifieke aandacht en zijn er tal van initiatieven op het gebied van verbetering van wiskundeonderwijs met het oog op betere prestaties door leerlingen. Dat vinden we nauwelijks terug in Vlaanderen.
- (6) In andere landen is er ook aandacht voor het (dalende) prestatieniveau van de leerlingen op STEM-vakken. Deze analyses zijn mogelijk omdat in veel landen op het einde van het secundair onderwijs nationale testen worden afgenomen op gebied van wiskunde en wetenschappen.
- (7) In verschillende landen spelen universiteiten (en onderzoekscentra) een voor- aanstaande en structurele rol bij de promotie van STEM, bij allerhande STEM-initiatieven en bij wetenschappelijk onderzoek over deze initiatieven en/of STEM-onderwijs en -didactiek.
- (8) In verschillende landen zijn initiatieven voor STEM gelinkt aan regionale of gemeentelijke overheden die dan voor de band zorgen met de regionale economische ontwikkeling. Meer dan in Vlaanderen zien we vaak ook individuele bedrijven die het heft in handen nemen en zelf initiatieven ontwikkelen.

### 6.3 VOORBEELDEN VAN BELEIDSPANNEN EN ONDERSTEUNENDE STRUCTUREN

In wat volgt bespreken we kort enkele initiatieven uit verschillende Europese landen. Het is slechts een kleine greep uit de vele duizenden initiatieven in Europa. Als criteria voor de selectie van deze initiatieven gebruikten we duurzaamheid en




continuïteit op lange termijn, grootschaligheid, wetenschappelijke onderbouw en evaluatie, en transfereerbaarheid naar de Vlaamse context. We zorgden ook voor een verscheidenheid aan gevolgde benaderingen, doelgroepen en landen. Het gaat dus slechts om een kleine selectie van de vele goede praktijken in Europa.

### **6.3.1 Deltaplan Bèta Techniek (Nederland)**

Het Nederlandse Deltaplan Bèta Techniek liep tussen 2004 en 2010. Het was een beleids- en actie-plan van de Nederlandse overheid dat als specifieke doelstelling had om het aantal STEM-gediplomeerden in het hoger onderwijs te verhogen met 15%. Deze doelstelling werd ook gerealiseerd, al dient dit genuanceerd te worden omdat ook andere studierichtingen in het hoger onderwijs een dergelijke stijging kenden. In de periode tussen de academiejaren 2000-2001 en 2010-2011 steeg de absolute STEM-instroom aan de universiteiten met 40,9%, wat binnen enkele jaren zou moeten leiden tot een gelijkaardige stijging aan outputzijde. Bij de hogescholen bedroeg de stijging evenwel slechts 10,2%. In het secundair onderwijs, behalve in het beroepsonderwijs, kiezen ook steeds meer leerlingen voor studierichtingen met een belangrijk STEM-gehalte (zie ook Figuur 10). Dit was een expliciet doel van het Deltaplan. Recente rapporten en statistische gegevens tonen aan dat de stijging van het STEM-aandeel in het onderwijs zich traag maar gestaag doorzet (zie o.a. [kbt2012.kiwi.qdelft.nl](http://kbt2012.kiwi.qdelft.nl)).

De uitvoering van het Deltaplan werd toevertrouwd aan het Platform Bèta Techniek. Dit Platform heeft verschillende programma's ontwikkeld en uitgevoerd, zoals: *Verbreiding Techniek in het Basisonderwijs (VTB)* (zie verder in dit rapport); *Universum* (gericht naar havo/vwo-scholen); *Ambitie* (gericht naar scholen met



voorbereidend beroepsonderwijs); *Sprint* (gericht naar het hoger onderwijs); *Jet-Net* (samenwerking bedrijven en scholen); en tal van andere. Deze programma's waren over het algemeen grootschalig en bereikten een aanzienlijk deel van de onderwijsinstellingen. Sommige waren gericht op specifieke aspecten (zoals excellentie of gender). Alle programma's werden geëvalueerd via de systematiek van monitoring en auditing. Een specifiek en zelfs in Europa vrij uniek kenmerk van de verschillende programma's binnen het Deltaplan was dat ze niet aanbod- maar vraaggericht werkten, waarbij onder meer gebruik gemaakt werd van prestatiebeloning. Met de onderwijsinstellingen werden prestatie- en innovatiecontracten afgesloten waarin werd bepaald dat de instellingen extra middelen konden verkrijgen als ze bepaalde resultaten haalden, m.a.w. meer STEM-studenten hadden. Hoe ze dat realiseerden was hun eigen verantwoordelijkheid.

Het Platform beheerde een budget van zo'n 60 miljoen euro op jaarbasis. Op de website ([www.platformbetatechniek.nl](http://www.platformbetatechniek.nl)) zijn links te vinden naar de verschillende soorten ondersteunde en zelf ontwikkelde programma's. Recent zijn enkele nieuwe programma's opgestart, waaronder Toptechniek in Bedrijf (vmbo-mbo).

Met het aflopen van het Deltaplan publiceerde het Platform in 2009 een nieuw beleidsplan, '*Bèta-techniek Agenda 2011-2016*' (*Platform Bèta Techniek 2009*). Ook vanuit het Nederlandse bedrijfsleven werd begin 2012 een beleidsplan naar voren geschoven, '*Masterplan Bèta en Technologie – Naar 4 op de 10*' (*Groen 2012*), dat als ambitie heeft dat vier op de tien afgestudeerden in secundair en hoger onderwijs een STEM-diploma zouden hebben. Voorlopig (september 2012) is het echter onduidelijk hoe de Nederlandse overheid zich verhoudt ten opzichte van de implementatie van een nieuw nationaal actieplan, gelijkaardig aan het Deltaplan, en wat

de rol van het Platform Bèta Techniek bij de uitvoering van dat plan zou kunnen inhouden. Wel werd reeds een nieuw initiatief opgestart (budget 7 miljoen euro) om de attractiviteit van het technisch beroepsonderwijs te verhogen; dit is deels een reactie van de Nederlandse overheid op het voorstel vanuit het Nederlandse bedrijfsleven. Ook lopen verschillende acties uit het voormalige Deltaplan nog steeds door, al dan niet binnen nieuwe programma's.

### **6.3.2 Science for the future (Noorwegen)**

Na eerdere STEM-beleids- en actieplannen voor de periodes 2002-2007 en 2006-2009 ontwikkelde het Noorse Ministerie van Onderwijs en Wetenschap in 2010 een nieuwe nationale strategie op gebied van STEM: *'Science for the future. Strategy for Strengthening Mathematics, Science and Technology (MST) 2010–2014'* (Norwegian Ministry of Education and Research 2010). Het plan omspant maatregelen en initiatieven van de kleuterschool tot het hoger onderwijs.

In dit beleidsplan worden kwalitatieve en kwantitatieve doelstellingen geformuleerd voor 2014 voor leerlingen, studenten, leerkrachten en onderwijsinhouden. De ambities omvatten o.m. een stijging met 5% van het aantal gediplomeerden secundair onderwijs met specialisatie in wiskunde, fysica of chemie, een toename van 1000 wetenschapsleerkrachten en een stijging van het aantal STEM-gediplomeerden in het hoger onderwijs met 15%. Het beleidsplan besteedt ook veel aandacht aan de prestaties van leerlingen in STEM-vakken, aan de opleiding en bijscholing van leerkrachten en aan het aantrekken van meisjes in STEM-studierichtingen.

De implementatie van het plan wordt gemonitord en gestuurd door het 'National Forum for MST', een adviesorgaan voor het Ministerie van Onderwijs en Weten-


schap. In dit forum zijn alle belangrijke stakeholders vertegenwoordigd, waaronder verschillende ministeries, het bedrijfsleven, de onderwijswereld en de onderwijsvakbonden. Zij nemen een gezamenlijke verantwoordelijkheid voor de implementatie van de strategie; sommige partners binnen het Forum zijn ook verantwoordelijk voor de uitvoering van bepaalde programmaonderdelen. Momenteel wordt reeds nagedacht over een 4de strategisch plan dat vanaf 2014 zou worden geïmplementeerd.

### **6.3.3 LUMA (Finland)**

In 1996 lanceerde de Finse overheid het LUMA-beleidsplan, gericht op een verbetering van het STEM-onderwijs en op de verhoging van het aantal STEM-studenten. 'LU' staat voor 'lunnontietee' (wetenschappen) en MA voor wiskunde. Dit programma liep tot 2002 en was vrij succesvol. Het LUMA-programma is een goed voorbeeld van een geïntegreerde benadering voor het verbeteren van wetenschapsonderwijs, waarbij alle belangrijke partijen werden betrokken (onderwijsministerie, gemeenten (die in Finland het onderwijs inrichten), scholen, hoger onderwijs, bedrijfsleven,...).

De doelstellingen van het programma waren:

- (1) Verhoging van het aantal STEM-instromers en gediplomeerden in het hoger onderwijs
- (2) Toename van het aantal scholieren dat geavanceerde wiskunde, natuurkunde en scheikunde volgt
- (3) Inzake wiskunde en wetenschappen behoren tot de top in internationale vergelijkingen

- 
- (4) Verhoging van het aandeel van meisjes binnen STEM-studierichtingen
  - (5) Verhoging van de wiskundige en wetenschappelijke kennis bij leerlingen in het beroepsonderwijs
  - (6) Verhoging van de wiskundige en wetenschappelijke vaardigheden van volwassenen
  - (7) Voldoende geschoolde leerkrachten op gebied van wiskunde en wetenschap.

Elk van deze doelstellingen werd gekwantificeerd. Het LUMA-programma omvatte een hele resem van activiteiten op diverse gebieden en onderwijsniveaus om deze doelstellingen te realiseren. Zoals in Nederland werd daarbij vaak een bottom-upbenadering gevolgd. Elk van de partners financierde het plan vanuit zijn eigen middelen. Het Onderwijsministerie en de Finse National Board of Education spendeerden meer dan 34 miljoen euro en 20 manjaren aan het project. Maar ook de andere actoren brachten veel mankracht en middelen in. Belangrijk was ook de medewerking van de media en lokale actoren.

De resultaten van het LUMA-programma werden geëvalueerd door een internationaal team (*Luma support group 2002*). De evaluatoren concludeerden dat, hoewel niet alle doelstellingen werden bereikt, in de meeste gebieden de trend in de goede richting ging. De toename van het aantal STEM-studenten in het hoger onderwijs overtrof zelfs de verwachtingen. Het aandeel van meisjes die voor STEM kozen was gestegen, al bleef het (zoals elders in Europa) laag. Een van de meest zichtbare onderdelen van het LUMA-programma was de bijscholing van leerkrachten: ongeveer 11.000 leerkrachten volgden een bijscholing in het kader van het programma.

In 2004 werd een national STEM-centrum met de naam LUMA opgezet. Het is een koepelorganisatie gecoördineerd door de Faculteit Wetenschappen van de Universiteit van Helsinki, ondersteund door de National Board of Education. Het hoofddoel van het LUMA-centrum is het bevorderen van STEM-leren en –lesgeven op alle niveaus in het onderwijs. Het centrum ontwikkelt activiteiten en materialen voor leerlingen en leerkrachten.

#### **6.3.4 Le plan pour les sciences et technologies à l'école (Frankrijk)**

Begin 2011 lanceerde de Franse minister van onderwijs een strategisch plan op gebied van STEM, 'Le plan pour les sciences et technologies à l'école' (zie [eduscol.education.fr/cid54734/un-plan-pour-les-sciences-et-technologies.html](http://eduscol.education.fr/cid54734/un-plan-pour-les-sciences-et-technologies.html) en [www.education.gouv.fr/cid54824/une-nouvelle-ambition-pour-les-sciences-et-les-technologies-a-l-ecole.html](http://www.education.gouv.fr/cid54824/une-nouvelle-ambition-pour-les-sciences-et-les-technologies-a-l-ecole.html)). De vier grote doelstellingen zijn:

- (1) Versterken van basiskennis rekenen en wetenschappen in de lagere school
- (2) Beter integreren van wetenschap en techniek in het lager middelbaar onderwijs
- (3) Wetenschap en techniek onderdeel maken van de algemene cultuur op school
- (4) Leerlingen sensibiliseren voor en oriënteren naar STEM-beroepen.

Er gaat veel aandacht naar een aangepaste pedagogie. Het plan omspannt bestaande initiatieven zoals *La Main à la Pâte* ([www.lamap.fr](http://www.lamap.fr)), *PRESTE* ([www.education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm](http://www.education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm)) en *EIST* ([science-technocollege.net](http://science-technocollege.net)).

Verderop in dit rapport zullen we *La Main à la Pâte* bespreken. *PRESTE* staat voor *Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'Ecole*. Het initiatief is erop gericht om het wetenschapsonderwijs in de lagere school te verbeteren, en meer in het bijzonder om het te doen evolueren naar inquiry

based learning. Het bouwt voort op de resultaten van *La Main à la Pate. EIST - Enseignement Intégré de Science et de Technologie au Collège* (FR) richt zich naar de eerste jaren van het secundair onderwijs en streeft ernaar om STEM op een geïntegreerde wijze in het schoolcurriculum aan bod te laten komen.

Een nieuw initiatief in het kader van het plan is de oprichting van vijf '*Maisons de la science*', die zich inspireren op de Engelse Science Learning Centres. De centra zullen zich vooral toeleggen op de bijscholing en ondersteuning van leerkrachten. Het budget voor de centra is 10 miljoen euro.

### **6.3.5 Discover Science & Engineering (Ierland)**

In 2006 lanceerde de Ierse overheid de 'Strategy for Science, Technology and Innovation 2006-2013' (*Taoiseach 2006*). De beleidslijnen inzake STEM-onderwijs maken deel uit van deze strategie (hoofdstuk 5). Aandachtspunten zijn de publieke belangstelling voor STEM, de kennismaking met wetenschap vanaf de lagere school (na de onderwijshervorming van 2002) en het opvoeren van het aantal STEM-studenten in secundair en hoger onderwijs.

Een cruciaal instrument om de doelstellingen van het beleidsplan te realiseren is het '*Discover Science & Engineering (DSE) programme*' ([www.discoverscience.ie](http://www.discoverscience.ie)), dat overigens al een aanvang nam in 2003 (eerst als '*Discover Science*').

Het doel van DSE is om de interesse in STEM te verhogen bij jongeren, leerkrachten en het grote publiek. Het programma wordt gerund door Forfás, een lers agentschap en adviesorgaan, en wordt aangestuurd door een stuurgroep bestaande uit een aantal belangrijke stakeholders. DSE bestaat zelf uit verschillende

subprogramma's zoals 'My Science Career', 'Discover Primary Science', 'Greenwave', 'Discover Sensors' en nog vele andere. Aan veel daarvan wordt massaal geparticipeerd door Ierse scholen.

Het Discover Primary Science sub-programme ([www.primaryscience.ie](http://www.primaryscience.ie)) besteedt veel aandacht aan de bijscholing van leerkrachten lager onderwijs. Het coördineert 27 Discover Science Centres verspreid over het hele land, bedoeld voor school- en familiebezoeken. Reeds meer dan 4.000 leerkrachten en 3.000 lagere scholen zijn bij het programma betrokken. Er worden ook jaarlijks *Awards of Science Excellence* uitgereikt aan scholen (meer dan 500 per jaar).

### **6.3.6 Beleidsontwikkelingen in Zwitserland**

Hoewel Zwitserland in vergelijking met de meeste andere Europese landen vrij goed scoort op gebied van STEM-gediplomeerden, is er toch een groeiende bezorgdheid omwille van de toenemende tekorten. Het is echter niet evident om op federaal Zwitsers niveau op dit gebied actie te ondernemen, aangezien onderwijs een grotendeels kantonale materie is (enkel de technische universiteiten ETH in Zürich en de EPFL in Lausanne zijn federale onderwijsinstellingen). Toch wordt er steeds meer een beleid op federaal niveau ontwikkeld.

De Bundesrat publiceerde recentelijk zijn voorstellen op gebied van Onderwijs, Onderzoek en Innovatie voor 2013-2016 (*Schweizerische Bundesrat 2012*). Het plan besteedt aandacht aan de STEM-problematiek. ETH en EPFL krijgen als expliciet doel om ertoe bij te dragen dat de kennis en interesse van scholieren en de bevolking voor STEM-studierichtingen toeneemt. Het plan betreft niet zozeer het lanceren van nieuwe initiatieven – zoals in Duitsland en Vlaanderen zijn er in



Zwitserland al heel wat, zie o.a. [mint.educa.ch](http://mint.educa.ch) – maar wel een betere coördinatie en versterking van de bestaande initiatieven op de diverse onderwijsniveaus. Er is specifieke aandacht voor de genderproblematiek en kansengelijkheid.


## 6.4 VOORBEELDEN VAN PEDAGOGISCHE VERNIEUWINGSINITIATIEVEN

### 6.4.1 La main à la pâte (Frankrijk)

*La main à la pâte* (Lamap – [www.lamap.fr](http://www.lamap.fr)) is een van de oudste STEM-initiatieven in Europa. Het wordt ook beschouwd als een van de meest succesvolle. Het was reeds in 1997 operationeel, op initiatief van een aantal vooraanstaande wetenschappers, waaronder de Nobelprijswinnaar natuurkunde Georges Charpak. Het doel van *La main à la pâte* was en is om het STEM-onderwijs in het basisonderwijs te vernieuwen.

Sleutelprincipes daarbij zijn:

- (1) een hands-on en inquiry-based learning benadering van het wetenschapsonderwijs: ontwikkelen van hypothesen, experimenteren en testen, synthese – om zo de belangstelling en motivatie voor wetenschap te verhogen
- (2) leerlingen zijn de belangrijkste actoren, leerkrachten zijn coaches
- (3) stimuleren van redeneervermogen, kritisch denken en democratisch debat
- (4) verwerven van verschillende sleutelcompetenties, m.i.v. het beheersen van de moedertaal, zowel schriftelijk als mondeling
- (5) sociale dimensies: wetenschap linken aan ontwikkelingen in de maatschappij en bevorderen van inclusie
- (6) ontwikkelen van open-source materiaal.



Heel veel verschillende actoren van buiten de school worden betrokken bij het programma. Het wordt aangestuurd door een comité dat aanleunt bij de *Académie des sciences* en wordt gecoördineerd door een team van vijftien mensen. Verder is er een netwerk van een twintigtal centra dat de projecten en partnerships ondersteunt.

De sterkte van de ondersteunde structuren wordt gezien als één van de grote sterktes van het programma. De structurele kenmerken zijn:

- goede afstemming en samenwerking met het Franse Onderwijsministerie
- veel aandacht voor disseminatie, voor valorisatie van het gepresteerde
- begeleiding en bijscholing van leerkrachten
- sterke netwerking van alle betrokkenen
- veel medewerking van de wetenschappelijke gemeenschap
- samenwerking met de lokale en regionale gemeenschap en overheden
- ontwikkelen en delen van de ontwikkelde pedagogische materialen en instrumenten
- wetenschappelijke en pedagogische ondersteuning door wetenschappelijke adviseurs en het netwerk van ondersteuningscentra
- uitwisselen van ervaring met buitenlandse initiatieven
- ondersteuning door een kwalitatieve en interactieve website.

Sinds de start hebben meer dan 350.000 klasgroepen deelgenomen aan *La main à la pâte*. Het programma wordt beschouwd als een belangrijk innovatiemechanisme voor het Franse onderwijs. Het succes van *La main à la pâte* heeft zowel in Frankrijk als daarbuiten geleid tot navolging (vanaf 2002 ook in het secundair onderwijs); de organisatie heeft nu partners in 30 landen.

#### 6.4.2 SINUS en SINUS Transfer (Duitsland)

SINUS was initieel een Duits federaal programma om de kwaliteit van het wiskunde-onderwijs te verbeteren. Het werd opgestart in 1998. SINUS staat voor *Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts*. Het vervolprogramma *SINUS Transfer* ([www.sinus-transfer.eu](http://www.sinus-transfer.eu) en [sinus-transfer.de](http://sinus-transfer.de)) programma kende twee fasen (2003-2005 en 2005-2007), waaraan 13 Duitse Länder deelnamen. Hierbij waren bijna 1.800 verschillende scholen betrokken. Vanaf augustus 2007 startte een derde, decentrale fase die door elk van de Länder afzonderlijk wordt uitgevoerd. Reeds meer dan 1.700 scholen in heel Duitsland hebben aan deze derde fase geparticipeerd. SINUS is daarmee het grootste schoolontwikkelingsproject in Duitsland ooit. Het wordt gecoördineerd door experts aan de universiteiten van Bayreuth, Kiel en München.

Het doel van het programma is om het wiskunde- en wetenschapsonderwijs effectiever te maken. Het is opgebouwd rond 11 methodologische modules:

- (1) Ontwikkelen van een taken-/opgaven-cultuur
- (2) Wetenschappelijk werken
- (3) Leren uit fouten
- (4) Basiskennis verwerven
- (5) Cumulatief leren
- (6) Vakgrenzen overschrijden
- (7) Motiveren van meisjes en jongens
- (8) Coöperatief leren
- (9) Versterken van de leerautonomie
- (10) Beoordelen van competentieverhoging
- (11) Kwaliteitszorg.

De modules concretiseren de problemen die komen kijken bij wiskunde- en wetenschapsonderwijs en geven aan hoe je daarmee kan omgaan.

Er werd ook een omvangrijke databank van vrij toegankelijke leermaterialen en andere nuttige documenten ontwikkeld. Het programma vertrekt van samenwerking tussen leerkrachten binnen de scholen en tussen de scholen. Deze leerkrachten worden daarbij ondersteund door netwerken.

Momenteel loopt er ook een SINUS-programma gericht op het lager onderwijs (zie [www.sinus-an-grundschulen.de](http://www.sinus-an-grundschulen.de)). Ook daaraan wordt door de meeste Länder deelgenomen.

### **6.4.3 Naturvetenskap och Teknik för Alla – NTA (Zweden) en TüWAS (Duitsland)**

NTA-Naturvetenskap och Teknik för Alla ([www.nta.kva.se](http://www.nta.kva.se)) is een initiatief van de Zweedse Koninklijke Academies voor Wetenschappen en Ingenieurswetenschappen. Het vond inspiratie in de Verenigde Staten en startte in 1997. Ondertussen heeft het zelf navolging gekregen in Duitsland en in andere landen. Het programma is bestemd voor STEM-onderwijs aan kinderen tot 13 jaar. Het doel is om de wetenschappelijke geletterdheid te verhogen en om de interesse voor STEM-vakken te verhogen.

NTA stelt aan participerende scholen tegen vergoeding grote wetenschapskoffers ter beschikking waarin ze al het nodige materiaal vinden om op een attractieve wijze onderwijs te kunnen geven over een bepaald thema. Een koffer is goed voor ongeveer 15 lessen. Opnieuw staat inquiry based learning hier centraal. De leerkrachten krijgen bijscholing voor ze de koffers mogen gebruiken.

Essentieel in de aanpak is dat de gemeenten (die het onderwijs organiseren) zich formeel moeten engageren als ze in het programma instappen: ze worden lid van de algemene vergadering van de NTA-vereniging, ze moeten een coördinator aanstellen, leerkrachten op bijscholing sturen, minstens één van hun scholen betrekken en deelnemen aan de jaarlijkse conferentie. Daarentegen zijn ze vrij in het kiezen van welke thema's/koffers ze willen gebruiken of niet, en hoeveel scholen en klassen zullen participeren.

Momenteel participeert reeds 40% van de Zweedse gemeenten aan het NTA-programma. In 2011 gebruikten 114.000 leerlingen en 7.300 leerkrachten de koffers. De verwachting is dat deze aantallen de komende jaren verder zullen stijgen. Het programma wordt grotendeels door deze gemeenten gefinancierd (grootteorde van 1 miljoen euro per jaar). Geplande ontwikkelingen zijn modules voor de kleuterschool en het lager secundair onderwijs.

Het Zweedse NTA-programma vormde de inspiratiebron voor het Duitse initiatief *TuWaS! - Technik und Naturwissenschaften an Schulen* ([www.tuwas-deutschland.de](http://www.tuwas-deutschland.de)), dat met gelijkaardige koffers werkt maar een meer centraal logistiek systeem heeft. Het startte in Berlijn (waar reeds een vierde van alle basisscholen erbij betrokken is) maar expandeert nu naar andere Duitse regio's. Ook hier is de bijscholing van leerkrachten zeer belangrijk (zo'n 500 per jaar). Financiering van het programma gebeurt deels door het bedrijfsleven. Het TuWaS-model wordt momenteel ook ingevoerd in Mexico.

#### 6.4.4 Verbreding Techniek Basisonderwijs (Nederland)

VTB ([www.vtbprogramma.nl](http://www.vtbprogramma.nl)) en VTB-Pro waren een onderdeel van het Deltaplan Bèta Techniek in Nederland. Een eerste fase liep tussen 2001 en 2004; een tweede meer uitgebreide fase tussen 2004 en 2010. Het algemeen doel van VTB en VTB Pro was om kinderen al binnen het basisonderwijs in aanraking te brengen met wetenschap en techniek, zodat zij hun talenten zouden ontdekken en een positieve attitude ten aanzien van wetenschap en techniek zouden ontwikkelen.

De specifieke programmadoelen waren:

- Elke basisschool is in staat om techniek een vaste plek in het onderwijsprogramma te geven.
- Op 2.500 basisscholen is techniek opgenomen in het onderwijsprogramma, de organisatie en het beleid van de school.
- In alle lerarenopleidingen basisonderwijs is techniek opgenomen in het competentieprofiel en de lesprogramma's.
- Regionaal en landelijk zijn er netwerken speciaal gericht op de verankering van techniek in het basisonderwijs.
- Techniek is opgenomen in de kerndoelen van het basisonderwijs.
- Techniek is een substantieel onderdeel van landelijke volg- en beoordelingsinstrumenten.
- De invoering van techniek wordt gevoed door moderne didactische inzichten en instrumenten.

Deze doelen werden grotendeels gerealiseerd. Het VTB-programma ondersteunde gedurende een periode van drie jaar de participerende basisscholen op financieel, organisatorisch en inhoudelijk vlak om wetenschap en techniek een structurele en

geïntegreerde plek in het onderwijs te geven. Daarnaast boden de scholingsarrangementen van VTB-Pro leerkrachten handreikingen om wetenschap en techniek in hun lessen te integreren. Finaal hebben ruim 2.500 basisscholen aan VTB geparticipeerd en hebben in het totaal 10.000 leraren en aspirant-leerkrachten basisonderwijs bijscholing gekregen op gebied van wetenschap en techniek.

#### **6.4.5 Innovationen machen Schulen Top (Oostenrijk)**

IMST (*Innovationen machen Schulen Top* – [www.imst.ac.at](http://www.imst.ac.at)) is een Oostenrijks programma dat in 1998 werd opgestart en nog steeds doorloopt. Het hoofddoel is de verbetering van de kwaliteit van het STEM-onderwijs. Dit gebeurt door het stimuleren en ondersteunen van inquiry based education en reflecterend denken bij leerlingen en leerkrachten in het lager en secundair onderwijs. De coördinatie gebeurt door de Universiteit van Klagenfurt.

Het programma werkt niet op basis van vooraf opgemaakte modules maar helpt leerkrachten om zelf les- en leerbenaderingen te ontwikkelen. Ze kunnen een project indienen, krijgen wat financiële middelen (500 tot 1500 euro) om het project uit te voeren en zijn verplicht hierover een reflectief eindrapport te schrijven. Na een wetenschappelijke evaluatie wordt het rapport op een centrale website gezet die voor iedereen toegankelijk is ([imst.aau.at/imst-wiki/index.php/Hauptseite](http://imst.aau.at/imst-wiki/index.php/Hauptseite)). Onderzoek en kwaliteitscontrole zijn dus zeer belangrijk in dit initiatief. Genderaspecten vormen een specifiek aandachtspunt. IMST wordt ook gezien als een mechanisme voor innovatie en schoolontwikkeling.

Bij IMST zijn momenteel zowat 7.000 leerkrachten doorheen heel Oostenrijk betrokken. Ze voeren projecten uit, ze nemen deel aan conferenties en ze werken

samen met andere leerkrachten in regionale en thematische netwerken – nog een belangrijk kenmerk van het programma. Leerkrachten wisselen ervaringen uit over hun aanpak en hun beoordelingsmethoden. Binnen het kader van IMST werden reeds zes 'competentiecentra' (onderzoeks- en ondersteuningscentra voor wetenschapsonderwijs) opgericht en mogelijk komen er nog. Aan de universiteiten en pedagogische hogescholen zijn er een 20-tal regionale centra (de ambitie is te komen tot 40). Ook hier wordt de sterkte en duurzaamheid van de ondersteunende structuren en netwerken voor leerkrachten gezien als een van de succesfactoren van het programma.

#### **6.4.6 Haus der kleinen Forscher (Duitsland)**

*Haus der kleinen Forscher* (huis van de kleine onderzoekers - [www.haus-der-kleinen-forscher.de](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de)) is een Duits programma dat in twee opzichten vrij uniek is: (1) het richt zich naar begeleiders/ leerkrachten van zeer jonge kinderen (3-6 jaar); en (2) het is bijzonder grootschalig. Sinds 2011 wordt de doelgroep geleidelijk aan verruimd naar kinderen tot 10 jaar. De doelgroep zijn de kleuterleiders, kinderverzorgers en (sinds kort) leerkrachten lager onderwijs. Het programma brengt hen vaardigheden bij zodat zij bij kleine kinderen nieuwsgierigheid voor natuurfenomenen kunnen bevorderen, hen laten experimenteren en kennismaken met wetenschap en techniek.

Op lange termijn wil men alle 42.000 Kitas (= kleuterscholen/crèches) in Duitsland bereiken. Momenteel zit men reeds aan 20.000 en hoopt men 30.000 bereikt te hebben tegen 2015. Elke instelling dient een of meer personeelsleden af te vaardigen die bijscholing krijgen en krijgt tools (kaarten, checklisten...) mee om




te gebruiken in het onderricht en de begeleiding. Op de website kunnen ze ook inspiratie vinden bij honderden experimenten en ideeën ([www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/forschen/praxisideen-experimente](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/forschen/praxisideen-experimente)). In de experimenten wordt alle-daags materiaal gebruikt dat reeds aanwezig is in scholen of gemakkelijk in winkels kan gevonden worden. Geëngageerde Kitas kunnen een label krijgen, waarvan er reeds 2.300 werden uitgereikt. Jaarlijks profiteren nu al 1 miljoen kinderen van het programma.

Om het grote volume benodigde bijscholing te organiseren wordt het train-the-trainer principe gehanteerd. Er wordt samengewerkt met lokale en regionale partners en netwerken (nu reeds meer dan 200). Deze partners zijn zeer verscheiden (kamers van koophandel, universiteiten, gemeentebesturen,...). Het programma zelf wordt gerund door een specifieke stichting, en voor 50% gefinancierd door de Duitse federale overheid. De rest van de financiering komt van het bedrijfsleven.

## 6.5 VOORBEELDEN VAN WETENSCHAPSCENTRA EN HUN ACTIVITEITEN

### 6.5.1 Science learning centres (Verenigd Koninkrijk)

In het Verenigd Koninkrijk bestaat er een network van 'science learning centres' ([www.sciencelearningcentres.org.uk](http://www.sciencelearningcentres.org.uk)). Het network bestaat uit een nationaal centrum en negen regionale centra verspreid over het land. Elk regionaal centrum heeft op zijn beurt ook satelliet-centra. Het nationaal Science Learning Centre in York wordt gerund door een consortium van universiteiten. Voor de infrastructuur kwam er steun van de Engelse overheid en de Wellcome Trust. De regionale centra zijn gekoppeld aan universiteiten.



De focus van de centra ligt op de bijscholing van wetenschapsleerkrachten, via een gediversifieerd aanbod van opleidingen en evenementen. Uiteindelijk doel is zo leerlingen te inspireren via opwindend en intellectueel stimulerend wetenschaps- onderwijs en hen zo wetenschappelijke kennis en inzicht te doen verwerven. Er is ook bijscholing voor technische medewerkers van scholen.

Het National STEM Centre is een aparte organisatie, dat een onderdeel was van het nationale STEM-programma. Hoewel het formeel geen deel uitmaakt van de tien science learning centres is het wel een belangrijk steunpunt voor het netwerk omdat het beschikt over zowel een grote fysische als een online bibliotheek van leermaterialen (meer dan 6.000 online-materialen – zie <http://www.nationalstem-centre.org.uk/elibrary> - ook op het gebied van techniek).

### **6.5.2 Ciência Viva en het netwerk van 19 regionale centra (Portugal)**

In 1996 werd in Portugal een Nationaal Agentschap opgezet, Ciência Viva ('levende wetenschap') om wetenschap en techniek te promoten bij het grote publiek. Sindsdien werden vanuit dit agentschap 19 interactieve science centres opgezet (zie o.m. [www.cienciaviva.pt/centroscv/rede](http://www.cienciaviva.pt/centroscv/rede)). Vanuit het agentschap en deze centra worden tal van inspanningen geleverd om het STEM-onderwijs te verbeteren. Zo hebben leerlingen uit het secundair onderwijs de gelegenheid om in de centra wetenschappelijke experimenten uit te voeren en kunnen ze in discussie gaan met wetenschappers.

Een belangrijke activiteit was de ondersteuning van scholen bij het opzetten van hun inquiry based STEM-projecten. Projectfinanciering – typisch zo'n 5.000 tot 7.000 euro per project – gebeurt na beoordeling van voorstellen ingediend via een

oproefprocedure. Deze projecten liepen vaak in samenwerking met onderzoeksinstellingen, lokale autoriteiten, bedrijven of wetenschappelijke verenigingen. Aan dit programma is ook een scholencompetitie gekoppeld. Tot dusver werden meer dan 4.000 projecten ondersteund, waar meer dan 3.000 scholen, 7.000 leerkrachten en zo'n 600.000 leerlingen bij betrokken waren.

Het agentschap organiseert ook een wetenschaps- en technologieweek en zomerkampen voor jongeren. Verder is er ook een speciaal programma voor studenten hoger onderwijs om hen op te leiden tot wetenschappelijke gids in de centra.

### **6.5.3 Schülerlabore (Berlijn)**

In Berlijn koos men voor een benadering waarbij bestaande onderzoeksfaciliteiten in bedrijven, musea, onderzoeksorganisaties en universiteiten zich openstelden voor scholen om leerlingen te laten experimenteren en hen onderzoeksprojecten te laten uitvoeren binnen de verschillende STEM-disciplines (Kleffel 2012). De bedoeling is dat elke school binnen een redelijke afstand gebruik kan maken van onderzoeksfaciliteiten zodat leerlingen proeven van 'reële' wetenschapsbeoefening en zelf experimenten kunnen uitvoeren. Ze komen ook in contact met onderzoekers en lopende onderzoeksprojecten. Het aanbod richt zich zowel op secundair als lager onderwijs, en wordt ondersteund door bijscholing voor leerkrachten.

Voluit spreekt men van de *Schülerlabore im Netzwerk Genau (Gemeinsam für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht)*, zie [www.genau-bb.de](http://www.genau-bb.de). Elk schoollabo heeft zijn eigen aanbod aan experimenten. Momenteel zijn er 16 laboratoria; in 2011 maakten bijna 38.000 leerlingen uit scholen uit de Länder Berlijn en

Brandenburg er gebruik van, en volgden 500 leerkrachten bijscholing. De vraag vanuit de scholen overtreft momenteel de capaciteit van het netwerk.

De uiteindelijke doelstelling is dat elk kind in de betrokken regio's minstens eenmaal tijdens zijn schoolloopbaan een experiment kan uitvoeren in één van de labs van het netwerk. Dit initiatief werd opgestart in 2006 en wordt gepropageerd en ondersteund door de Technologiestiftung Berlin (TSB) met steun vanuit het bedrijfsleven.

#### **6.5.4 De centra voor wiskundeonderwijs in Noorwegen en Zweden**

*Het Matematikksenteret* in Noorwegen ([www.matematikksenteret.no](http://www.matematikksenteret.no)) is een voorbeeld van een gespecialiseerd centrum dat zich toelegt op één thema en een heel land bedient. In dit geval is het thema wiskunde. Het centrum is gevestigd in Trondheim. Het werd opgericht in 2002 en heeft als opdracht om nieuwe werkvormen en onderwijsbenaderingen te ontwikkelen voor wiskunde-onderwijs – van het kleuteronderwijs tot de lerarenopleiding. De primaire doelgroep van het centrum zijn leerkrachten die de vakken rekenen en wiskunde onderwijzen in scholen, docenten in de lerarenopleiding en aspirant-studenten in de lerarenopleiding. Maar het centrum richt zich ook naar de media en het grote publiek om wiskunde in een positief daglicht te stellen. Het centrum telt meer dan 20 medewerkers. Er is ook een netwerk van regionale 'resource persons'.

Een centrum met vergelijkbare doelen bestaat ook in Zweden, het NCM - *Nationellt centrum för matematikutbildning*, dat deel uitmaakt van de universiteit van Göteborg – zie [ncm.gu.se](http://ncm.gu.se).

# HOOFDSTUK 7


## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 7.1 CONCLUSIES

#### 7.1.1 Belangrijkste bevindingen

Onze algemene conclusies zijn de volgende:

- (1) In Vlaanderen en elders in Europa zijn er tekorten aan bepaalde STEM-gediplomeerden op secundair en hoger niveau. Daardoor geraken functies in het bedrijfsleven, het onderzoek, het onderwijs en de overheid onvoldoende ingevuld. Dit belemmert de economische groei en het behoud van de welvaart. Het tekort aan wetenschappers en ingenieurs zal het ook bijzonder moeilijk maken om de Vlaamse beleidsdoelstelling te halen om 3% van het BBP te besteden aan onderzoek en ontwikkeling.
- (2) Deze tekorten zijn hardnekkig en blijven gelden bij laagconjunctuur. Alle indicaties geven aan dat de tekorten niet vanzelf zullen verdwijnen; wellicht zal de demografische evolutie deze problemen nog acuter maken. Wel is het zo dat niet alle STEM-disciplines in dezelfde mate getroffen zijn. Zo zijn er in de meeste Europese landen voldoende biologisch en medisch geschoolde gediplomeerden.
- (3) De tekorten aan STEM-gediplomeerden worden veroorzaakt door een samenspel van verschillende factoren, waaronder de onvoldoende instroom in STEM-jobs vanuit het onderwijs, de groei van sectoren en functies waarin STEM-gediplomeerden terechtkomen, en de uitstroom van deze personen uit de arbeidsmarkt of naar andere jobs.

- 
- (4) In het secundair onderwijs zitten te weinig leerlingen in de technische studierichtingen in het TSO en BSO. Deze richtingen tellen bovendien nauwelijks meisjes en verliezen jaar na jaar terrein. Een deel van deze scholieren, in het bijzonder in het BSO, verlaat het secundair onderwijs bovendien zonder een STEM-kwalificatie. Het aantal jongens en meisjes dat STEM-richtingen volgt in het ASO lijkt voldoende.
- (5) In het hoger onderwijs kiezen te weinig studenten voor STEM-studierichtingen, ook al hebben ze er vanuit het secundair onderwijs een voldoende basis voor. Het potentieel vanuit het secundair onderwijs is dus onderbenut. Drie op de tien leerlingen die STEM-richtingen gevolgd hebben in het secundair kiezen voor niet-STEM-richtingen in het hoger onderwijs. Dit is vooral een belangrijk fenomeen bij studenten afkomstig uit het ASO en opnieuw vooral bij meisjes. Slechts één op de vier generatiestudenten in STEM-richtingen is een vrouw, en de verhouding is nog lager bij de richtingen die kunnen gelinkt worden aan knelpuntberoepen.
- (6) Ondanks de expansie van het hoger onderwijs in het voorbije decennium is het aantal STEM-generatiestudenten aan de Vlaamse hogescholen en universiteiten slechts licht toegenomen. De laatste jaren is er sprake van stabilisatie; zonder de richting biomedische wetenschappen zou er aan de universiteiten zelfs een daling zijn. De totale instroom in hogere technische studierichtingen is al meer dan 15 jaar stabiel en de belangstelling voor de studies industrieel ingenieur is kleiner dan vroeger. Zonder specifieke maatregelen zullen de absolute aantallen aan STEM-gediplomeerden in de toekomst wellicht afnemen of in het beste geval stabiel blijven. De invloed van buitenlandse studenten op de aantallen STEM-gediplomeerden zijn op dit ogenblik zeer beperkt. Eigenlijk

kunnen we enkel bij de houders van een doctoraatsdiploma van een zeker effect spreken.

- (7) De ontoereikende instroom in STEM-jobs heeft niet alleen te maken met de ontoereikende uitstroom uit het onderwijs maar ook met het feit dat veel STEM-gediplomeerden na het afstuderen geen STEM-jobs uitoefenen. Bijna de helft van de STEM-gediplomeerden oefent een eerste job uit waarvan het STEM-gehalte beperkt is en stelt dat ze hun STEM-kennis niet of slechts in beperkte mate nodig hebben in hun job. Dit komt meer voor bij STEM-gediplomeerden uit het secundair onderwijs dan bij degenen uit het hoger onderwijs. Wie een STEM-studierichting heeft gevolgd die aansluit bij een knelpuntberoep, heeft de grootste kans om een beroep met een hoog STEM-gehalte uit te oefenen.
- (8) De vermelde fenomenen zijn niet uniek voor Vlaanderen. In Europa situeren we ons voor de meeste indicatoren rond het gemiddelde of eronder. Dat impliceert dat tal van Europese landen en regio's er wel in slagen om hogere aantallen STEM-gediplomeerden te produceren dan Vlaanderen. Dit is het resultaat van een lange STEM-traditie en/of van de volgehouden inspanningen in die landen om jongeren ertoe te bewegen om te kiezen voor STEM-studies en beroepen.
- (9) Jongeren in ontwikkelde landen staan niet afkerig tegenover techniek en wetenschap, al ligt de appreciatie bij meisjes over het algemeen lager dan bij jongens. Maar ze staan vaak vrij negatief tegenover wetenschap en techniek op school. Vele experts pleiten voor een andere pedagogie voor STEM-onderwijs die meer context-gerelateerd is en gebaseerd is op inquiry based learning. In het buitenland bestaan grootschalige initiatieven waar dit met succes wordt ingevoerd, soms al van in de kleuterschool.

- (10) Indien men jongeren wil motiveren om te kiezen voor STEM-studies en STEM-beroepen dan moet men inspelen op verschillende factoren: intrinsieke interesse, geloof in eigen kunnen, identificatie met het beroep, nut van de keuze, en aanvaardbare kost en inspanning. Er moet ook rekening gehouden worden met de grote heterogeniteit onder de jongeren.

### 7.1.2 Voorwaarden voor succesvolle initiatieven en maatregelen

Ons onderzoek van ontwikkelingen binnen Europa heeft geïllustreerd dat het mogelijk is om het tij in zekere mate te keren en de STEM-uitstroom te verhogen, ook bij meisjes. Maar het is een werk van lange adem en volgehouden inspanningen.

Waar het gaat om initiatieven en maatregelen die betrekking hebben op het onderwijs lijken de volgende voorwaarden cruciaal voor succes:

- (1) De initiatieven en maatregelen moeten inwerken op de attitudes en percepties van jongeren m.b.t. STEM zodat dit hun motivatie en keuzeproces beïnvloedt (interesse creëren, zelfvertrouwen stimuleren, cultureel identificeren met STEM-beroepen, nut inzien,...).
- (2) Er moeten specifieke maatregelen zijn gericht op meisjes en vrouwelijke leerkrachten in het basisonderwijs. Leerplannen op gebied van STEM moeten meer rekening houden met interesses van meisjes.
- (3) De maatregelen moeten een langetermijnperspectief hebben. Een periode van tien jaar is nodig om een duurzaam veranderingseffect te creëren.
- (4) Er moet een keten zijn van initiatieven die start in de kleuterschool en die doorloopt tot in het hoger onderwijs.
- (5) Veel aandacht moet besteed worden aan acties voor jonge kinderen.



- (6) Er is nood aan veel bijscholing en duurzame ondersteuning van leerkrachten op alle niveaus van het onderwijs.
- (7) De initiatieven moeten voldoende schaal hebben en een significant deel van de doelgroep (scholen, leerkrachten, leerlingen, bedrijven ...) kunnen bereiken. Liever een beperkt aantal grootschalige initiatieven dan veel kleinschalige.
- (8) Scholen moeten beschikken over voldoende moderne uitrusting (i.h.b. voor techniek) en attractief didactisch materiaal (i.h.b. voor wetenschappen).
- (9) Het bedrijfsleven en de wetenschapssector moeten hun verantwoordelijkheid opnemen en een deel van de initiatieven mee schragen en financieren.
- (10) Alle relevante actoren – overheid, bedrijfsleven, onderzoekswereld, onderwijs – dienen gezamenlijk hun schouders te zetten achter de initiatieven.

Andere maatregelen die buiten het onderwijsveld liggen en kunnen bijdragen tot de oplossing van de STEM-problematiek hebben vooral te maken met:

- (1) een gericht immigratiebeleid voeren voor STEM-studenten en STEM-geschoolden uit het buitenland
- (2) STEM-beroepen aantrekkelijker maken en voorstellen (zodat mensen meer bewust voor een STEM-beroep kiezen en het langer blijven uitoefenen)
- (3) het grote publiek en ouders sensibiliseren via media.

### **7.1.3 Onderliggende principes van onze voorstellen en aanbevelingen**

De voorstellen en aanbevelingen die volgen, liggen in het verlengde van de succesfactoren die we in deze studie hebben geïdentificeerd en die in de vorige paragraaf werden samengevat. Zonder dit telkens expliciet te herhalen, geldt dus dat alles wat volgt aan minstens één van de vermelde criteria beantwoordt. Geen enkel van

de voorgestelde maatregelen voldoet evenwel aan alle criteria. Het is met andere woorden enkel met het geheel van dergelijke maatregelen dat er voldoende impact zal kunnen gerealiseerd worden.

De voorstellen werden samengebracht onder vier grote gebieden:

- (1) structurele onderwijshervormingen om het STEM-potentieel te verhogen
- (2) pedagogische vernieuwingen in het STEM-onderwijs om de interesse te verhogen
- (3) een attractiever beeld van STEM-beroepen zodat jongeren er zich meer mee kunnen identificeren
- (4) maatregelen om de in- en uitstroomkanalen te beïnvloeden.

Daarna gaan we nog kort in op de dragende structuren die hiervoor nodig zijn. Finaal wijzen we op de wenselijkheid van bijkomend wetenschappelijk onderzoek.

We benadrukken hierbij dat de meeste voorgestelde maatregelen reeds in andere Europese landen met succes werden geïmplementeerd (en sommige op beperkte schaal ook reeds in Vlaanderen). We pleiten er dan ook voor om waar mogelijk bij de ontwikkeling en implementatie van Vlaamse initiatieven inspiratie én expertise te zoeken bij dergelijke buitenlandse initiatieven. We pleiten daarbij voor samenwerking met beleids- en projectverantwoordelijken in verschillende landen, eerder dan de modellen en initiatieven van één bepaald land over te nemen.

In veel Europese landen omvat het STEM-beleid ook een versterkt en vernieuwd wiskundeonderwijs, met als doel dat leerlingen beter zouden presteren op gebied van wiskunde. Wij hebben een dergelijke aanbeveling bewust niet opgenomen. Ondanks een lichte achteruitgang de laatste jaren staat het wiskundeonderwijs immers op een vrij hoog niveau in het Vlaamse lager en secundair onderwijs. De

vraag kan zelfs gesteld worden of de eindtermen voor wiskunde in het secundair onderwijs niet moeten aangepast worden zodat minder jongeren zich zouden afkeren van STEM in het hoger onderwijs.

Wij pleiten er ook niet voor om de zwaarte van de STEM-studies in het Vlaams hoger onderwijs te verlagen, ook al is dat één van de redenen waarom een deel van de potentiële STEM-studenten uiteindelijk niet voor STEM kiest. Wel moeten jongeren meer bewust gemaakt worden dat dergelijke studies 'de moeite waard' zijn, en dienen hogeronderwijsinstellingen zich af te vragen hoe ze het afschrik-effect van het eerste jaar zouden kunnen reduceren. Eén van onze suggesties in dit verband is ook de herwaardering van de '7de jaren ASO' (zie verder).

## 7.2 VOORSTELLEN EN AANBEVELINGEN


### 7.2.1 Structurele onderwijshervormingen om het STEM-potentieel te verhogen

Een aantal structurele maatregelen zijn wenselijk om de uitstroom van STEM-gediplomeerden überhaupt te kunnen verhogen. Wij denken daarbij in de eerste plaats aan het volgende:

(1) Aanpassen van de leerplannen en eindtermen op gebied van wetenschappen<sup>38</sup>.

Dit behelst vooral twee aspecten. Eerst en vooral de fragmentatie stoppen door het integreren van de exact wetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs tot één breed vak. In dit vak moet ook voldoende techniek aan bod komen. Met dit geïntegreerde vak moeten jongeren meer inzicht krijgen in wetenschappelijke processen en technische fenomenen. Ten tweede moet het wetenschapsonderwijs meer contextgebaseerd worden. Er moet aandacht zijn

<sup>38</sup> Dit hangt samen met vernieuwing van de pedagogie op gebied van wetenschappelijke vakken die in de volgende paragraaf aan bod komt (inquiry based learning).



voor het maatschappelijk nut van STEM en het vak moet meer aansluiten bij wat mensen in STEM-beroepen eigenlijk doen (de chemie in de klas staat nu vaak mijlenver van de chemie in het beroep). Er moet een betere aansluiting komen met de wetenschap die in de media aan bod komt (schoolwetenschap gaat momenteel vooral over de wetenschappelijke realisaties van de 19de en begin 20ste eeuw). Ook moet er meer ingespeeld worden op onderwerpen en contexten die meisjes belangrijk vinden.

- (2) Techniek sterker aan bod laten komen in het basisonderwijs. In alle basisscholen moeten leerlingen in contact komen met wetenschappelijke en technische fenomenen. Meisjes moeten minstens evenveel met techniek te maken krijgen als jongens. De interesse van de leerlingen moet gewekt worden via inquiry based learning (zie verder). Hiermee mag niet gewacht worden tot in het vijfde of zesde leerjaar. Leerkrachten in het kleuter- en lager onderwijs dienen daarbij voldoende ondersteuning te krijgen (zie verder).
- (3) Scholen incentives geven om het aantal meisjes in technische richtingen te verhogen. Het waarderen en belonen van scholen die erin slagen om meer leerlingen in bepaalde richtingen aan te trekken, is een van de weinige methoden die effectief zijn om de stromen naar en binnen het secundair onderwijs te beïnvloeden. We stellen voor om daarbij prioriteit te geven aan incentives voor het aantrekken van meisjes naar technische knelpuntrichtingen in het TSO en BSO.
- (4) De principes van TOS21 effectief opnemen in de eindtermen voor de basisvorming in de 2de en 3de graad. Met TOS21 werd in Vlaanderen een uniek en relevant kader geschapen voor het incorporeren van de essentiële dimensies van techniek in de basisvorming van alle jongeren. Het gaat zowel om de kern-

componenten van techniek (systemen, processen, hulpmiddelen, keuzes) als de dimensies van techniek leren (begrijpen, hanteren, duiden). Vooral in het ASO zouden de kerncomponenten van techniek en principes van techniek leren in alle studierichtingen moeten voorkomen. Dit kan geïntegreerd worden met de hoger voorgestelde aanpassingen op gebied van wetenschapsvakken.

- (5) Rechtstreekse overstapmogelijkheden creëren vanuit 2de graad ASO (wetenschappelijke STEM) naar technische STEM in de 3de graad TSO. Dit mechanisme moet het scholieren uit de 2de graad ASO de mogelijkheid geven om in de 3de graad een meer technisch gerichte doorstroomopleiding te volgen zoals industriële wetenschappen, electromechanica, ICT of biotechniek. Dit moet de basis voor instroom in het hoger onderwijs verbreden en zou mogelijk ook meer meisjes kunnen aantrekken.
- (6) Een '7de jaar' of propedeuse creëren als brugklas tussen secundair onderwijs en STEM-richtingen in het hoger onderwijs. De bedoeling is om scholieren die onvoldoende STEM-diepgang hebben verworven in het secundair onderwijs (ASO of TSO) via een brugjaar voor te bereiden op STEM-intensievere studierichtingen in het hoger onderwijs. Dit kan ook gekoppeld worden aan vrijstellingen en studiepunten voor STEM-vakken in het hoger onderwijs. Dit zou kunnen gerealiseerd worden door het hervormen van de 7de jaren ASO en TSO, via het volwassenenonderwijs of via een propedeuse in het hoger onderwijs. Samenwerking tussen secundair en hoger onderwijs is in elk geval noodzakelijk, en het programma moet flexibel zijn met een reeks opties.
- (7) Vrijstellingen verlenen voor STEM-vakken in het hoger onderwijs. De interesse voor STEM-studierichtingen in het ASO en TSO kan aangewakkerd worden door deze keuze te belonen met vrijstellingen voor STEM-vakken in het hoger

onderwijs. Dit is zeker realiseerbaar in de minder intensieve STEM-richtingen aan hogescholen en universiteiten. Dit veronderstelt wel afspraken tussen secundair en hoger onderwijs over de evaluatie van de door de leerlingen bereikte STEM-competenties.

- (8) Meer multidisciplinaire bachelors- en mastersopleidingen aanbieden. Multidisciplinaire opleidingen, waarbij STEM wordt gerelateerd aan andere disciplines, blijken veel potentieel te hebben om jongeren aan te trekken die zich anders van STEM afkeren. Dit aanbod in het hoger onderwijs kan gecombineerd worden met keuzevakken over deze multidisciplinaire thema's op het einde van het secundair onderwijs.
- (9) Onderwijsminors integreren in de STEM-bacheloropleidingen. Deze maatregel, die reeds in Nederland in voege is, kan helpen om het potentieel aan STEM-leerkrachten te verhogen. Ook al kiezen deze gediplomeerden niet onmiddellijk voor een onderwijsloopbaan, de kans is reëel dat ze dat in een latere fase van hun loopbaan wel doen. In Nederland blijken de scholen vaak ook zeer tevreden over mensen die via deze alternatieve route STEM-leerkracht zijn geworden.
- (10) Meer aandacht besteden aan inquiry based learning en contextueel STEM-onderwijs in de initiële lerarenopleiding. De voorgestelde aanpassingen aan de eindtermen en pedagogische vernieuwingen (zie verder) vergen ook aanpassingen aan de initiële lerarenopleiding, in het bijzonder om leerkrachten meer vertrouwd te maken met inquiry based learning. Voor de leerkrachten kleuter- en lager onderwijs komt het er ook op aan om hun weerstand t.a.v. STEM-onderwerpen te verminderen.


Het is evident dat de nakende hervorming van het secundair onderwijs een uitgelezen kans is om verschillende van de voorgestelde maatregelen in te voeren en te verankeren. Maar gelet op de timing van deze hervorming en de effectieve uitrol ervan, menen wij dat hier niet op gewacht mag worden.

### **7.2.2 Pedagogische vernieuwingen in het STEM-onderwijs om de interesse te verhogen**


Alle experten zijn het erover eens dat het verhogen van de intrinsieke interesse van jongeren in STEM-vakken een cruciale voorwaarde is om de instroom in STEM-richtingen te verhogen. En om die interesse op school te bevorderen moet de pedagogische aanpak van de schoolwetenschap meer 'inquiry based learning' omvatten, waarbij leerlingen zelf experimenten uitvoeren. Deze pedagogische vernieuwing moet hand in hand gaan met een grotere aandacht voor contextueel STEM-onderwijs zoals hoger aanbevolen.

Concreet zijn daarom onze voorstellen

- (1) De pedagogie vernieuwen op gebied van STEM in het lager en secundair onderwijs. Deze moeten niet enkel de interesse in STEM doen toenemen maar ook het zelfvertrouwen in STEM-vakken en de identificatie met STEM-beroepen verhogen. Elementen van de wenselijke vernieuwing zijn:
  - a. veel meer inzetten op inquiry based learning doorheen de hele schoolloopbaan
  - b. meer nadruk op 'trial & error' en verschillende oplossingsperspectieven, en minder nadruk op 'juist of fout'
  - c. meer sociale interactie tijdens STEM-vakken (vooral van belang voor meisjes)


- 
- d. gedifferentieerd inspelen op intrinsieke en extrinsieke motivatiefactoren (andere klemtonen leggen in de lessen)
  - e. leerlingen zelf een rol laten spelen in het uitleggen van wetenschappelijke en technische fenomenen aan klasgenoten of jongere kinderen
  - f. meer technische artefacten gebruiken ter illustratie van het nut van wetenschap
  - g. meer aansluiten bij media en de multimediale belevingswereld van kinderen.
- (2) Inquiry based learning reeds invoeren vanaf de kleuterschool. De interesse voor STEM moet reeds opgewekt worden op zeer jonge leeftijd. Dit kan in de kleuterschool door de nieuwsgierigheid van leerlingen te prikkelen voor alledaagse wetenschappelijke en technische fenomenen. Dit kan door de kinderen zelf via explorerend leren en 'onderzoek' deze fenomenen te laten ontdekken en een 'affectieve' relatie met wetenschap te creëren. Hoewel dit aansluit bij de pedagogische vorming van kleuterleiders en leerkrachten lager onderwijs voelen deze zich vaak onzeker op gebied van STEM. Daarom is aangepaste bijscholing en hulp inzake didactisch materiaal onontbeerlijk.
- (3) Duidelijker differentiëren i.f.v. de doelstellingen van wetenschapsonderwijs. De pedagogische benadering voor STEM-onderwerpen moet rekening houden met de verschillende finaliteiten van het STEM-onderwijs: rationeel en wetenschappelijk denken ontwikkelen; inzicht verschaffen in wetenschappelijke fenomenen; de interesse verhogen voor techniek en technisch handelen; jongeren voorbereiden op hogere STEM-studierichtingen; of nog jongeren voorbereiden op STEM-beroepen. De eerste drie finaliteiten moeten reeds aanwezig zijn in het basisonderwijs.



- 
- (4) Specifieke benaderingen ontwikkelen voor meisjes, die rekening houden met hun interesses en de factoren die hen motiveren. Ook wordt aanbevolen om waar mogelijk voor STEM-vakken (en zeker voor groepswork en inquiry based learning) te werken met niet-gemengde groepen, aangezien meisjes daardoor meer zelfvertrouwen op gebied van STEM ontwikkelen.

Om deze vernieuwingen te ondersteunen is het volgende nodig:

- (5) Bijscholen van leerkrachten. De meest succesvolle initiatieven in het buitenland gaan gepaard met gerichte (niet noodzakelijk intensieve) bijscholing en ondersteuning van leerkrachten. Zeker in het basisonderwijs moet dat ertoe leiden dat die leerkrachten de angst die ze vaak zelf voelen voor STEM-onderwerpen kunnen overwinnen – wat ook effectief mogelijk blijkt. Deze bijscholing zal slechts impact hebben als ze wordt ingebed in het schoolbeleid en deel uitmaakt van de schoolontwikkelingsstrategie.
- (6) Specifieke STEM-leerkrachten of experts inschakelen in het lager onderwijs. Als alternatief voor de bijscholing van onderwijzers en kleuterleiders op gebied van inquiry based learning zou men ook specifieke vakleerkrachten STEM kunnen inschakelen in het basisonderwijs (naar analogie met vakleerkrachten lichamelijke opvoeding).
- (7) Leergemeenschappen creëren op gebied van STEM. Duurzaam en succesvol invoeren van pedagogische vernieuwingen gaat vaak gepaard met de ontwikkeling van leergemeenschappen en –netwerken tussen leerkrachten, binnen en buiten scholen. Universiteiten en hogescholen zouden hier een sterkere rol moeten spelen.

- 
- (8) Modules en leermaterialen ontwikkelen. Om relatief snel impact te kunnen hebben, moeten materialen, modules, handleidingen en mogelijkheden tot ervaringsuitwisseling aanwezig zijn van in het begin. Met wat in Vlaanderen en het buitenland aanwezig is, bestaat hier in elk geval al een basis voor.
- (9) Scholen op structurele en permanente basis laten samenwerken met bedrijven, hogescholen, universiteiten en onderzoekscentra. Dit vooral voor het opzetten van kleine onderzoeksprojecten, het gebruik maken van laboratoria en het inschakelen van 'gastdocenten' in de klas (ook in het lager onderwijs). De wil tot samenwerking moet uiteraard van beide kanten komen. Dergelijke samenwerking kan niet enkel leiden tot hogere kwaliteit van het onderwijs, maar kan scholieren ook een realistischer en attractiever beeld geven over wat een STEM-beroep in de praktijk kan inhouden (zie ook volgende paragraaf). In dit kader kunnen ook studenten gemobiliseerd worden als mentor van leerlingen secundair onderwijs en als tutor van leerkrachten kleuter- en lager onderwijs.
- (10) STEM-beroepsbeoefenaars betrekken bij het STEM-onderwijs. Ervaren STEM-professionals moeten via een beperkte leeropdracht de kans krijgen om bepaalde STEM-thema's te behandelen in het basis- en secundair onderwijs. Dit zou flexibel en zonder veel plichtplegingen georganiseerd moeten kunnen worden. Er is een groot potentieel aan dikwijls wat oudere, enthousiasmerende professionals die het fijn zouden vinden om een aantal uur per week en/of aantal weken per jaar in het secundair onderwijs STEM-ondericht te kunnen verzorgen.

### **7.2.3 Een attractiever beeld van STEM-beroepen zodat jongeren er zich meer mee kunnen identificeren**

Het internationaal onderzoek heeft ook uitgewezen dat scholieren hun studie- en beroepskeuze laten afhangen van hoe ze de desbetreffende beroepsbeoefenaars (en soms ook studenten) percipiëren en de mate waarin ze zich daarmee kunnen identificeren. Het komt er dus op aan een beter beeld te creëren van de verscheidenheid aan STEM-beroepen, zodat meer jongeren daarin iets kunnen herkennen van wat ze zelf wensen te worden. Dat kan onder meer door de volgende soorten initiatieven:

- (1) Een correcter beeld creëren over de beroepen van STEM-gediplomeerden. Dit is een gemeenschappelijke opdracht voor werkgevers, leerkrachten en CLB's, want de stereotiepe en soms negatieve denkbeelden (bv. alle STEM-mers zijn 'nerds') zitten diep ingebakken – ook bij ouders. Er moet afgestapt worden van clichématige informatie over STEM-beroepen en zelfs erkend worden dat vele STEM-gediplomeerden geen STEM-jobs uitoefenen. Er moet veel meer nadruk komen op de grote verscheidenheid aan jobs en taken, op de sociale dimensie in de meeste STEM-beroepen en op hun maatschappelijk nut. Verder moet zowel op intrinsieke motivaties ingespeeld worden (interesse in STEM op zich) als op extrinsieke (de mogelijke voordelen die gepaard gaan met een STEM-job).
- (2) De media een minder stereotiep beeld van STEM-beroepen laten weergeven. Aan de media moet gevraagd worden om een meer gedifferentieerd en minder stereotiep beeld op te hangen van STEM-studies en STEM-beroepen. Woord- en beeldkeuze is hier zeer belangrijk. In populaire programma's zouden meer mensen moeten verschijnen die sterk waren in STEM op school, of anderen die toegeven dat ze het jammer vonden dat ze niet voor STEM gekozen hebben

(nu is het vaak *bon ton* om te stellen dat men zwak was in wiskunde...). En men zou beter ophouden met slimme meisjes voor te stellen als lelijke brillen-dragers-met-beugels, wat uiteraard contraproductief is bij pubers... Waarom ook geen tv-series in een industriële en wetenschappelijke omgeving waarin alle aspecten van ingenieurs- en wetenschappelijke beroepen aan bod kunnen komen, inclusief de menselijke kant van hun werk?

- (3) Meer gebruik maken van rolmodellen van STEM-studenten en -beroepsbeoefenaars. Dit ligt in het verlengde van de vorige aanbevelingen. Jongeren in het secundair onderwijs moeten meer in contact komen met mensen die een STEM-beroep uitoefenen. Dit vergt uiteraard een engagement van werkgevers om hun STEM-werknemers hiervoor wat tijd te laten uittrekken. De *STEM-Ambassadors* in het Verenigd Koninkrijk, *'Dream'* en *'Ondernemer voor de Klas'* in Vlaanderen zijn systemen die inspiratie kunnen bieden voor het secundair onderwijs. Er zijn ook succesvolle voorbeelden in het buitenland waarbij STEM-studenten worden ingezet als tutor en mentor en zo een interessant rolmodel vormen voor scholieren. Vrouwelijke rolmodellen zijn essentieel om impact op meisjes te kunnen hebben.
- (4) STEM-studenten hoger onderwijs in contact brengen met een waaier aan beroepsbeoefenaars. Zoals voor het secundair onderwijs moet ook voor het hoger onderwijs vermeden worden dat STEM-gediplomeerden massaal in niet-STEM-jobs terecht komen. Dat kan door hen gedurende de studies in het hoger onderwijs meer systematisch in contact te brengen met STEM-gediplomeerden die een verscheidenheid aan STEM-jobs uitoefenen. In het bijzonder de universitaire wereld moet vermijden een te eenzijdig beeld op te hangen van de STEM-jobs waarin STEM-gediplomeerden kunnen terecht komen.

(5) Jongens én meisjes met een migrantenachtergrond warm maken voor STEM.

Veel van deze jongeren kiezen nu in het secundair onderwijs niet voor STEM-studierichtingen omdat ze er vanuit hun cultuur of familie weinig voeling mee hebben. Dat geldt nog meer voor meisjes dan voor jongens. De ongekwalificeerde uitstroom is ook hoger. Er is dus nog groeipotentieel, ook al omdat migrantenjongeren vaak sterk extrinsiek gemotiveerd zijn (STEM-beroepen zorgen vaak voor aanzien en een goed inkomen) en omdat een perfecte taalbeheersing in STEM-beroepen wat minder belangrijk is dan in andere beroepen.

(6) Het onderscheid tussen het statuut van arbeiders en bedienden wegwerken.

De meeste waarnemers zijn van mening dat dit een voorwaarde is om meer jongeren te sensibiliseren voor technische studies in het TSO en BSO. Het perspectief op goede arbeidsomstandigheden is in elk geval een factor die sterk meespeelt bij de studiekeuze van jongeren die in het TSO en BSO zitten.

(7) Sommige STEM-jobs attractiever maken. Niet alle STEM-jobs zijn interessant.

Sommige technische beroepen, hoewel goed gehonoreerd, hebben geen al te goede reputatie, en soms is dat zelfs terecht. Tal van STEM-jobs zijn vrouw en zeker gezins-onvriendelijk. Voor dergelijke jobs zullen de hoger voorgestelde maatregelen niet veel zoden aan de dijk brengen, tenzij er ook op de werkvloer iets verandert.

(8) Ouders sensibiliseren voor STEM. Het is ook zeer belangrijk om ouders te sensibiliseren over het belang van STEM voor hun kinderen – zowel in algemene zin als als voorbereiding op latere studie- en beroepskeuzen. Dat gaat zowel over de peuter- en kleutertijd (keuze van speelgoed) als over de studiekeuzen die op verschillende momenten in het Vlaams onderwijs moeten gemaakt worden. Hoe dan ook moeten de stereotiepe denkbeelden over STEM-beroepen die ook bij veel ouders leven afgezwakt worden.

#### 7.2.4 Maatregelen om de in- en uitstroomkanalen te beïnvloeden

De hoger vermelde voorstellen en aanbevelingen hebben vooral als objectief om het studie- en beroepskeuzep proces van jongeren te beïnvloeden en zo de STEM-in- en uitstroom te verhogen. Er zijn evenwel nog enkele andere manieren denkbaar om deze stromen te beïnvloeden. De volgende benaderingen zijn mogelijk:

(1) Meer buitenlandse studenten aantrekken en ze vervolgens in het land houden.

Dit veronderstelt uiteraard een gericht beleid op Vlaams (en deels federaal) niveau, dat drie componenten moet omvatten:

- a. Een aanbod van STEM-opleidingen dat aantrekkelijk is voor buitenlandse studenten. Deze voorwaarde heeft niet enkel betrekking op inhoud en aanpak, maar ook op de levensomstandigheden, de kostprijs en de taal. Het is evident dat er vanuit dit perspectief meer Engelse bachelor- en masteropleidingen moeten komen. Prioriteit moet gegeven worden aan opleidingen die leiden naar knelpuntberoepen en -functies op de Vlaamse arbeidsmarkt.
- b. Een gerichte marketingpolitiek voor deze opleidingen in geselecteerde landen, waarbij het Vlaamse hoger onderwijs en de Vlaamse overheid in verende slagorde zouden moeten optreden. Mogelijk moeten met bepaalde landen of regio's akkoorden worden gesloten.
- c. Een geïntegreerd innovatie-, immigratie- en arbeidsmarktbeleid dat ervoor zorgt dat buitenlandse STEM-gediplomeerden na hun studies in Vlaanderen hier ook gemakkelijk terecht kunnen in STEM-jobs. In eerste instantie moet gezorgd worden dat ze voldoende lang in het land mogen blijven om een geschikte STEM-job te vinden.

(2) Immigratie van STEM-gediplomeerden bevorderen. Een economisch gericht migratiebeleid kan ervoor zorgen dat STEM-gediplomeerden uit het buiten-

land gemakkelijker hier kunnen komen werken. Op korte termijn kan mogelijk gericht gerekruteerd worden uit Zuid-Europa, waar nu een overschot aan STEM-gediplomeerden is. Dit proces is trouwens al in beperkte mate opgestart door de VDAB. Werkgevers zullen zich hier initieel wel flexibel moeten opstellen; gerichte taalopleiding zal ook wenselijk zijn (al kan voor veel STEM-functies initieel vaak een degelijk niveau van Engels volstaan).

- (3) Inactieve STEM-gediplomeerden weer naar de arbeidsmarkt halen. Een deel van de STEM-gediplomeerden, vooral vrouwen, verlaat na enige tijd de arbeidsmarkt. Vaak gaat het om een vrijwillige keuze die te maken heeft met het gezin. De arbeidsmarkt moet gesensibiliseerd worden om deze beweging te keren. Mogelijk kan via bepaalde incentives, bv. de mogelijkheid tot deeltijds werk of flexibelere werktijden, ervoor gezorgd worden dat een deel van deze groep actief blijft of terugkeert naar de arbeidsmarkt.
- (4) Expertfuncties beter valoriseren in het bedrijfsleven. Veel STEM-gediplomeerden, vooral de hogere gediplomeerden, verlaten na enige tijd de STEM-job, omdat andere jobs interessanter zijn of omdat het de enige manier is om promotie te maken. Samen met het bedrijfsleven moet nagedacht worden over loopbaanpaden waarbij mensen langer in STEM-jobs blijven en toch hun kansen op professionele ontwikkeling en promotie vrijwaren. Dit kan o.m. door het creëren en voldoende honoreren van expertfuncties.
- (5) Oudere STEM-beroepsuitoefenaars langer aan het 'werk' houden. Een deel van de STEM-gediplomeerden, in het bijzonder de hooggeschoolden, is nog niet uitgeblust als ze 55, 60 of 65 jaar zijn. Deze mensen zijn vaak zeer sterk intrinsiek gemotiveerd en kunnen optreden als STEM-mentor, STEM-tutor of zelfs onderzoeker. Er moet nagegaan worden hoe dit potentieel in de toekomst beter benut kan worden.

(6) Mensen herscholen naar STEM-functies. Hoewel de inspanningen aanzienlijk kunnen zijn, zowel voor de betrokkenen zelf als voor wie de herscholing financiert, moet nagedacht worden aan herscholing van volwassenen zonder STEM-diploma, zodat zij toch STEM-functies kunnen uitoefenen. Hier lijkt vooral een opdracht weggelegd voor het volwassenenonderwijs (in het bijzonder via de HBO5-opleidingen), de VDAB en de Syntra. Mogelijk kunnen ook specifieke banaba- en manama-opleidingen gecreëerd worden hiervoor. Het bedrijfsleven moet de werknemers identificeren die voor een dergelijke herscholing in aanmerking komen, en hen ook ruimte geven om zo'n herscholingsprogramma te volgen.

### 7.3 NOOD AAN EEN DUURZAME ONDERSTEUNENDE STRUCTUUR

#### 7.3.1 Aansluiting bij de grote lijnen van het VRWI Advies 155

Om de geschetste maatregelen en initiatieven te kunnen nemen, zijn er ondersteunende structuren nodig. We sluiten ons op dit punt aan bij de grote lijnen van het STEM-actieplan en van het eerder advies 155 van de VRWI. Concreet lijkt ons het volgende noodzakelijk om impact te kunnen realiseren:

- een systeembenadering waarbij de verschillende facetten van de problematiek samen op een geïntegreerde wijze worden behandeld
- een strategisch langetermijnplan met duidelijke principes en een reeks kwantitatieve doelstellingen naar STEM-in- en -uitstroom op middellange en lange termijn
- een programma van samenhangende acties voor het STEM-onderwijs van kleuter- tot hoger onderwijs



- specifieke maatregelen die de instroom in STEM-jobs op de arbeidsmarkt bevorderen en de uitstap uit STEM-jobs afremmen
- sensibiliseringsactiviteiten gericht naar het grote publiek in het algemeen en naar ouders in het bijzonder
- een onafhankelijk orgaan of platform dat het geheel van deze STEM-initiatieven en -maatregelen coördineert en de autoriteit heeft om deze te sturen
- bindende engagementen van en tussen alle betrokken stakeholders: het onderwijs, de overheid, het bedrijfsleven en de wetenschapssector
- een budget<sup>39</sup> dat toelaat om voldoende schaal en een kritische massa te bereiken zodat de vooropgezette doelstellingen kunnen gehaald worden.

We merken daarbij op dat niet al deze aanbevelingen zijn overgenomen in het STEM-actieplan van de Vlaamse Regering, o.m. op gebied van budgettaire toezeggingen. Daarentegen is wel reeds de kiem gelegd voor het opzetten van het platform.

### **7.3.2 Verruiming van het werkingsgebied en bijkomende accenten**

Gelet op onze analyse van de problematiek menen wij dat het werkingsgebied en de bevoegdheid van het in oprichting zijnde STEM-platform dient verruimd te worden en dat dit platform ook coördinatiebevoegdheid of op zijn minst een raadgevende stem moet hebben op de volgende gebieden:

- wetenschapscommunicatie
- de pedagogische vernieuwing in het STEM-onderwijs
- het aantrekken van buitenlandse studenten en werknemers (op STEM-gebieden)

<sup>39</sup> De VRWI spreekt in zijn advies over 20 miljoen euro op jaarbasis. Ter vergelijking: het budget van het Deltaplan Bèta Techniek in Nederland was van de grootteorde van 60 miljoen euro per jaar. In Duitsland besteedde in 2011 het federaal onderwijsministerie (BMBF) alleen al zo'n 43 miljoen euro aan de ondersteuning van allerhande STEM-initiatieven (dus zonder de steun van andere ministeries en het bedrijfsleven).

- het aantrekkelijk maken en voorstellen van de STEM-beroepen
- het onderzoek met betrekking tot STEM-onderwijspraktijk
- de relatie tussen STEM-onderwijs en het industrieel en innovatiebeleid.

Zo niet zal het platform zwaar aan slagkracht en zeker aan impact inboeten.

Daarnaast stellen wij nog een aantal bijkomende accenten voor m.b.t. de implementatie van het STEM-actieplan en de werking van het STEM-platform:

- meetbare doelstellingen formuleren op 10, 15 en 20 jaar (op gebied van instroom, uitstroom, bijscholing leerkrachten,...)
- systematisch ervaring uitwisselen met andere Europese landen en gebruik maken van buitenlandse best practices
- bestaande initiatieven stroomlijnen en vooral initiatieven ondersteunen die het potentieel hebben om een grote schaal en een kritische massa te bereiken
- vrijblijvendheid verhinderen (regelgeving, resultaatsgebonden financiering,...)
- een sterke inhoudelijke en financiële inbreng verkrijgen vanuit het bedrijfsleven en de wetenschapssector (engagement naar personeel en bijdrage in de helft van de kosten)
- universiteiten en hogescholen een grotere rol laten spelen in de sensibilisering over STEM en de ondersteuning van STEM-initiatieven (moduleontwikkeling en bijscholing van leerkrachten)
- de ondersteunde acties, schoolse en buitenschoolse STEM-initiatieven onderbouwen door wetenschappelijk onderzoek en deze initiatieven laten evalueren.

## 7.4 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Deze studie kwam tot een aantal nieuwe inzichten en heeft zo een bijdrage geleverd aan het beter onderbouwen van het Vlaamse STEM-actieplan. Het onderzoek heeft echter ook nieuwe vragen opgeroepen die in het kader van deze studie niet konden beantwoord worden, maar die ons nuttig lijken voor de verdere ondersteuning en onderbouwing van het STEM-actieplan.


In het bijzonder zien we de volgende noden:

- Onze resultaten inzake de doorstroom van scholieren (naar het hoger onderwijs) en studenten (naar de arbeidsmarkt) kunnen beschouwd worden als een nulmeting. Het lijkt nuttig om de komende jaren deze analyses regelmatig te herhalen en de evoluties te blijven monitoren om zo de impact van het STEM-actieplan te beoordelen.
- De ontwikkelde indeling van studierichtingen in vier STEM-categorieën is een eerste stap. Dezelfde classificatie zou ook nuttig zijn voor alle diploma's hoger onderwijs (nu werd ze enkel ingevoerd voor de bacheloropleidingen) en mogelijk ook voor opleidingen en getuigschriften in het volwassenenonderwijs, de VDAB en Syntra. Tegelijkertijd lijkt het ons nuttig, zeker met het oog op de link met knelpuntberoepen en de genderverschillen, binnen de 'STEM'-categorie nog verdere opdelingen te maken (Techniek, ICT, Fysica/Wiskunde, Bouw,...).
- Het lijkt ons aangewezen om op basis van deze nieuwe STEM-categorisatie onderwijsstatistieken te genereren die een aantal jaren terug gaan in de tijd. Dit zou alleszins moeten gebeuren voor de uitstroom secundair onderwijs, de instroom in het hoger onderwijs en de uitstroom uit het hoger onderwijs. Zo

zullen er minder problemen zijn met de interpretatie van de evoluties van de laatste jaren en de relatie tussen in- en uitstroom.

- Een missing link in de gegevensanalyse is de relatie tussen STEM-instroom en STEM-uit-stroom in het hoger onderwijs. In relatieve cijfers is de uitstroom lager dan de instroom, maar hoe dit overgangsproces en de dropout juist verlopen is onduidelijk (en is door het creditsysteem moeilijker te analyseren dan vroeger). Meer inzicht in het 'STEM-doorloopproces' en het 'STEM-verlies' doorheen het hoger onderwijs lijkt aangewezen.
- Een belangrijk deel van de STEM-SO-leerlingen kiest niet voor STEM in het hoger onderwijs, meer in het bijzonder de meisjes in het ASO. Hoewel dit proces in algemene zin kan verklaard worden vanuit de motivatietheorie (cf. model van Eccles dat in dit rapport gebruikt werd als kader) lijkt het cruciaal om meer precies de factoren te kennen die de grootste rol spelen. Evenzo lijkt het nuttig te analyseren wat jongeren uit niet-STEM richtingen in het SO er toe brengt om toch voor STEM te kiezen in het hoger onderwijs, wat hun succes is in het hoger onderwijs en waar ze op de arbeidsmarkt terechtkomen.
- Een belangrijke bevinding uit ons onderzoek is dat de eerste job van een aanzienlijk deel van de STEM-gediplomeerden weinig specifieke STEM-competenties vereist. Dit geldt zelfs, in mindere mate weliswaar, voor houders van STEM-diploma's die nodig zijn voor knelpuntberoepen. De mechanismen die hier spelen zijn allesbehalve duidelijk. Heeft het te maken met de perceptie van de arbeidsomstandigheden? Zijn STEM-gediplomeerden geëerd door werkgevers, ook voor niet-STEM-jobs? Of spelen nog andere fenomenen mee? Gelet op de implicaties van deze problematiek lijkt het ons zeer belangrijk dit te onderzoeken.

- We zijn tijdens deze studie ook op methodologische problemen gestoten om een duidelijke relatie te leggen tussen de (STEM-)diploma's en de (STEM-)knelpuntberoepen. Dankzij de medewerking van de VDAB kon een eerste aanzet gegeven worden in ons deelonderzoek naar de arbeidsmarktsituatie van STEM-gediplomeerden. Het lijkt ons nuttig om deze typologie van 'knelpuntstudierichtingen' in verder onderzoek en statistische analyses systematischer te gebruiken. Niet alle STEM-studies zijn immers gelinkt aan knelpuntberoepen, en een aantal knelpuntberoepen situeren zich buiten het STEM-gebied.
- Daarbij aansluitend lijkt het ons ook zinvol om na te gaan hoe en met welke gediplomeerden de knelpuntberoepen effectief worden ingevuld in Vlaanderen (en mogelijk ook in het buitenland). Dit kan ook leiden tot een meer dynamische invulling van de notie 'knelpunt-studierichtingen'.
- Er is ook relatief weinig gekend over de reële instroompatronen van buitenlandse STEM-gediplomeerden op de Vlaamse arbeidsmarkt, en de mate waarin zij een deel van de knelpuntberoepproblematiek verhelpen. Onder reële instroom van buitenlanders verstaan we personen die niet in ons land woonden of er gestudeerd hebben. Evenmin is er zicht op de mate waarin buitenlandse STEM-gediplomeerden die in Vlaanderen gestudeerd hebben, nadien beschikbaar zijn voor de Vlaamse arbeidsmarkt. Deze processen verdienen om nader te worden onderzocht.
- Ons onderzoek heeft ook gewezen op het grote belang van een goede pedagogie voor STEM-onderwijs, omdat dit sterk de motivatie van jongeren voor STEM-studies kan beïnvloeden. In Vlaanderen zijn er weinig onderzoeksmiddelen voor dat soort onderzoek en voor de ontwikkeling van nieuwe methoden. Zoals we geïllustreerd hebben met een aantal voorbeelden in dit rapport, gaan



veel buitenlandse succesvolle STEM-initiatieven gepaard met ontwikkeling van leermaterialen, invoeren van inquiry based learning, bijscholing van leerkrachten en ondersteunend wetenschappelijk onderzoek rond effectief STEM-onderricht. Kanalisatie van voldoende onderzoeksmiddelen naar deze thematieken lijkt ons onontbeerlijk om het STEM-beleid te doen slagen.

- We menen dat er in het buitenland veel interessante initiatieven bestaan die met wat aanpassing ook in Vlaanderen succesvol zouden kunnen zijn. Een aantal daarvan werden in dit rapport ook vermeld. De voorwaarden voor een succesvolle transfer dienen echter wel grondig onderzocht te worden. Wij menen dat het zeer nuttig zou zijn om meer in detail te onderzoeken hoe bepaalde buitenlandse best practices ook in Vlaanderen ingang zouden kunnen vinden, en vooral hoe duurzame veranderingen van voldoende schaal tot stand kunnen gebracht worden.
- Finaal denken we ook dat in meer detail zou moeten onderzocht worden hoe men er in het buitenland beter in slaagt om via een aangepast migratiebeleid zowel meer STEM-studenten als STEM-gediplomeerden aan te trekken en ze ook achteraf in het land te houden. Dit onderzoek moet toelaten de nodige politieke keuzen duidelijk af te lijnen.

# LIJSTEN VAN TABELLEN EN FIGUREN

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1.	Voorbeelden van studierichtingen in de verschillende STEM-categorieën	37
Tabel 2.	STEM-beroepen met meer dan 30% knelpunctvatures (2010)	45
Tabel 3.	Prognoses voor de tekorten aan technische diploma's op de Nederlandse arbeidsmarkt	55
Tabel 4.	Relatief aandeel van hogere STEM-diploma's onder de hogere diploma's	65
Tabel 5.	Generatiestudenten hoger onderwijs (2008)	67
Tabel 6.	Cijfers over buitenlandse gediplomeerden in het hoger onderwijs	86
Tabel 7.	Verdeling van de schoolverlaters in het Vlaamse secundair onderwijs (2008-2009)	96
Tabel 8.	Aandeel van de onderwijsvormen in de schoolverlaters per STEM-categorie	96
Tabel 9.	Aandeel van de STEM-categorieën in de schoolverlaters per onderwijsvorm	96
Tabel 10.	Evolutie van het % studiebewijzen secundair onderwijs in STEM-richtingen (oude classificatie)	100
Tabel 11.	Vergelijking van Vlaamse STEM-indicatoren met deze uit enkele Europese landen (2009)	115
Tabel 12.	Doorstroom van leerlingen van SO naar HO per STEM-categorie	121
Tabel 13.	Verdeling van de STEM-SO-afkomst van instromers in het HO per STEM-categorie	121
Tabel 14.	Verdeling van de SO-doorstromers (per STEM-categorie) naar STEM-HO-categorie	122
Tabel 15.	Aantal scholieren dat doorstroomt vanuit de onderwijsvormen naar het hoger onderwijs	125
Tabel 16.	Aantal schoolverlaters per STEM-studierichting in het ASO en percentage dat daarvan doorstroomt naar een STEM-richting in het hoger onderwijs	127
Tabel 17.	Aantal schoolverlaters per STEM-studierichting in het TSO en percentage dat daarvan doorstroomt naar een STEM-richting in het hoger onderwijs	128
Tabel 18.	STEM-SO-studierichtingen die zorgen voor de grootste instroom in zorg-STEM HO	130
Tabel 19.	Niet-STEM-studierichtingen HO die het meest STEM-scholieren aantrekken	134

Tabel 20. Doorstroom en uitstroom van scholieren vanuit STEM secundair onderwijs	135
Tabel 21. Verdeling van jongens en meisjes naar STEM-categorie in het hoger onderwijs	137
Tabel 22. Niet-STEM-SO-studierichtingen die zorgen voor de grootste instroom in STEM HO	138
Tabel 23. STEM-richtingen HO waarin studenten instromen uit niet-STEM SO	141
Tabel 24. Doorstroom van STEM-scholieren met indicatoren voor kansarmoede naar STEM- en andere richtingen in het hoger onderwijs	141
Tabel 25. Aandeel buitenlandse diploma's in het Vlaamse hoger onderwijs (2010)	143
Tabel 26. Buitenlandse instroom van generatiestudenten in bacheloropleidingen	144
Tabel 27. Meest gekozen masteropleidingen bij de buitenlandse instroom	147
Tabel 28. Enkele kenmerken van de steekproef voor het arbeidsmarktonderzoek	153
Tabel 29. Score van respondenten op de vraag naar STEM-achtergrond	159
Tabel 30. Score van respondenten op de vraag naar noodzaak STEM-vaardigheden	161
Tabel 31. Jobs met minstens één of geen enkel sterk STEM-kenmerk	162
Tabel 32. Keuze voor meer of minder STEM in het secundair onderwijs	175
Tabel 33. Top 5 van STEM-onderwerpen bij jongens en meisjes (ROSE)	224
Tabel 34. Differentiatie in benadering op basis van de indeling in het BètaMentality-model	251
Tabel 35. Doelstellingen van Duitse STEM-initiatieven (N=317)	256

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1. Belangrijkste factoren die kunnen zorgen voor tekorten in STEM-jobs	41
Figuur 2. Evolutie van het aantal niet-ingevulde ICT-vacatures in België	47
Figuur 3. Evolutie van de tekorten aan STEM-gediplomeerden in Duitsland	53
Figuur 4. Aantal hogere STEM-diploma's per 100 personen in een leeftijdscohorte	60
Figuur 5. Relatief aandeel vrouwelijke hogere STEM-gediplomeerden in een leeftijdscohorte (in %)	64
Figuur 6. Percentage actieve ingenieurs ouder dan 55 jaar (2009)	74
Figuur 7. Keuze voor STEM-vakken op 16 jaar in Engeland ('GCE A level entries')	77
Figuur 8. Evolutie van de keuze van Engelse scholieren voor STEM-vakken ('GCE A level entries')	78
Figuur 9. Aandeel van STEM-vakken onder de keuze van Schotse scholieren voor 'Highers'	79
Figuur 10. Aandeel Nederlandse scholieren in de bovenbouw van VWO en HAVO met een N-profiel	80
Figuur 11. Aandeel van scholieren in het Duits algemeen vormend onderwijs dat STEM-vakken kiest	81



<i>Figuur 12. Evolutie van de keuze van verdiepingsvakken in het Noorse secundair onderwijs</i>	83
<i>Figuur 13. Aantal buitenlandse studenten in een aantal Europese en niet-Europese landen</i>	90
<i>Figuur 14. Aandeel van de STEM-categorieën in de schoolverlaters per onderwijsvorm</i>	97
<i>Figuur 15. Aandeel van meisjes en jongens in STEM- en niet-STEM-richtingen per onderwijsvorm</i>	98
<i>Figuur 16. Evolutie van het aandeel scholieren (2de en 3de graad) in de 'harde' technische studierichtingen in het TSO en BSO (als percentage van het totale aantal leerlingen)</i>	101
<i>Figuur 17. Verdeling van de generatiestudenten hoger onderwijs naar STEM-categorie</i>	102
<i>Figuur 18. Evolutie van de generatiestudenten in STEM-gebieden aan de universiteiten</i>	104
<i>Figuur 19. Evolutie van de generatiestudenten in de ingenieursopleidingen aan de universiteiten</i>	106
<i>Figuur 20. Evolutie van de generatiestudenten exacte wetenschappen aan de universiteiten</i>	107
<i>Figuur 21. Evolutie van de generatiestudenten in STEM-studiegebieden aan hogescholen</i>	108
<i>Figuur 22. Evolutie van de generatiestudenten in technische/industriële richtingen</i>	110
<i>Figuur 23. Evolutie van de generatiestudenten industrieel en burgerlijk ingenieur</i>	111
<i>Figuur 24. Evolutie van het aandeel STEM-generatiestudenten aan universiteiten</i>	112
<i>Figuur 25. Evolutie van het aandeel STEM-generatiestudenten aan hogescholen</i>	113
<i>Figuur 26. Evolutie van enkele indicatoren over hogere STEM-gediplomeerden</i>	117
<i>Figuur 27. Prognose van het aantal 18-jarigen in Vlaanderen (zonder Brussel)</i>	118
<i>Figuur 28. Verdeling van de doorstroom vanuit secundair onderwijs (STEM en niet-STEM) naar STEM, zorg-STEM, lichte STEM en niet-STEM in het hoger onderwijs</i>	122
<i>Figuur 29. Verdeling van doorstromers SO (per onderwijsvorm) naar STEM-categorie HO</i>	125
<i>Figuur 30. Vergelijking van studiesucces in STEM HO i.f.v. afkomst secundair onderwijs</i>	129
<i>Figuur 31. Zorg-STEM richtingen in het HO waarin het meeste STEM-scholieren instromen</i>	131
<i>Figuur 32. De STEM-SO-studierichtingen met de grootste instroom in niet-STEM-HO</i>	132
<i>Figuur 33. Doorstroom en uitstroom vanuit STEM-ASO, -TSO en -BSO</i>	135
<i>Figuur 34. Verdeling van de instroom van jongens en meisjes in het hoger onderwijs</i>	137
<i>Figuur 35. Verdeling van de gereduceerde steekproefpopulatie naar STEM-categorieën in SO en HO (N=981)</i>	154
<i>Figuur 36. Indeling van de steekproefpopulatie naar STEM-categorie en knelpuntkarakter</i>	155
<i>Figuur 37. Verdeling van jongens en meisjes over knelpunt- en STEM-categorieën</i>	156
<i>Figuur 38. Sectoren waarin STEM-gediplomeerden terechtkomen (N=711)</i>	157
<i>Figuur 39. Mate waarin een STEM-vooropleiding noodzakelijk was voor de eerste job</i>	160
<i>Figuur 40. STEM-gehalte van de eerste job in functie van de aard van het diploma</i>	164
<i>Figuur 41. Summatieve score voor het STEM-gehalte in de huidige job</i>	166
<i>Figuur 42. Verdeling van de summatieve STEM-score bij de eerste en huidige job</i>	167
<i>Figuur 43. Verandering van STEM-gehalte tussen eerste en huidige job</i>	168

<i>Figuur 44. Vergelijking STEM-gehalte job bij eerste en huidige job van SO-gediplomeerden met diploma's die leiden naar een knelpuntberoep</i>	169
<i>Figuur 45. Appreciatie over de hoeveelheid STEM tijdens de opleiding</i>	173
<i>Figuur 46. Relatief aantal respondenten dat onvoldoende ICT en techniek kreeg tijdens de opleiding</i>	174
<i>Figuur 47. Relatief aandeel van de respondenten die een richting met meer STEM-vakken zouden kiezen in het hoger onderwijs.</i>	176
<i>Figuur 48. Factoren die de studiekeuze van Vlaamse jongeren bepalen (2007)</i>	178
<i>Figuur 49. Meestgenoemde studiekeuzebepalende factoren voor scholieren (2012)</i>	180
<i>Figuur 50. Relatief belang van soorten studiekeuzemotieven bij Duitse generatiestudenten</i>	182
<i>Figuur 51. Studiekeuzefactoren bij Duitse generatiestudenten ingenieur en exacte wetenschappen</i>	183
<i>Figuur 52. Schematische weergave van studiekeuzebepalende factoren</i>	189
<i>Figuur 53. Redenen om studierichtingen met weinig uren natuurwetenschappen te kiezen</i>	193
<i>Figuur 54. Redenen om studierichtingen met veel uren natuurwetenschappen te kiezen</i>	194
<i>Figuur 55. Aantal scholieren (op 100) dat schoolwetenschap verkiest boven de meeste andere vakken</i>	196
<i>Figuur 56. Effect van techniekonderwijs op interesse voor STEM-vakken (Duitsland)</i>	205
<i>Figuur 57. Factoren die het geloof in eigen kunnen beïnvloeden</i>	206
<i>Figuur 58. Cijfers voor schoolvakken in relatie met beroepsaspiratie van scholieren (Duitsland)</i>	207
<i>Figuur 59. Aantal scholieren (op 100) dat graag wetenschapper zou willen worden</i>	210
<i>Figuur 60. Vergelijking van het ideaal beroep met het beeld van technische en wetenschappelijke beroepen bij Duitse scholieren</i>	214
<i>Figuur 61. Visie van Vlaamse scholieren op toekomstig beroep</i>	219
<i>Figuur 62. Mening van scholieren over de aspecten waaraan in het wetenschapsonderwijs meer aandacht moet besteed worden</i>	225
<i>Figuur 63. Mening van Duitse scholieren over genderverschillen m.b.t. STEM-vakken</i>	229
<i>Figuur 64. Relatief aandeel van 15-jarige scholieren dat verwacht een technisch, ingenieurs- of ICT-beroep uit te oefenen als ze 30 jaar zullen zijn</i>	231
<i>Figuur 65. Aantal scholieren (op 100) dat graag een technisch beroep zou uitoefenen</i>	232
<i>Figuur 66. Personen of organisaties die de studiekeuze van Vlaamse jongeren bepalen (2007)</i>	239
<i>Figuur 67. Mate waarin personen de studiekeuze van Oostenrijkse scholieren beïnvloeden</i>	240
<i>Figuur 68. Opleidingsniveau van ouders van Franse ingenieursstudenten</i>	241
<i>Figuur 69. Indeling van jongeren op basis van twee dimensies in het Bèta-Mentality model</i>	248
<i>Figuur 70. Evolutie van het aantal nieuw opgestarte STEM-initiatieven in Duitsland</i>	254
<i>Figuur 71. De beste wijzen om natuurwetenschappen te leren volgens Vlaamse scholieren</i>	262

# INFORMATIE- BRONNEN

## EIGEN ONDERZOEK EN ADDENDA

In het kader van dit rapport werd origineel onderzoek verricht. Hierover wordt meer uitgebreid gerapporteerd in verschillende addenda:

- (1) **Addendum I.** Een classificatie van de studierichtingen in het secundair onderwijs (3de graad) en het hoger onderwijs (instroomrichtingen) naar STEM, zorg-STEM, lichte STEM en niet-STEM.
- (2) **Addendum II.** Een gedetailleerde analyse van de overgang tussen het secundair en hoger onderwijs in Vlaanderen. De analyse werd uitgevoerd op het volledige bestand van alle Vlaamse secundaire schoolverlaters in 2009 en alle generatiestudenten aan de Vlaamse universiteiten en hogescholen.
- (3) **Addendum III.** Een enquête over de arbeidsmarktsituatie bij een representatief staal van 997 Vlaamse 25 tot 35-jarigen die een STEM-diploma hebben behaald.
- (4) **Addendum IV.** Een analyse van de instroom van de buitenlandse studenten in het Vlaamse hoger onderwijs (2009). Het gaat over de buitenlandse studenten die niet in het Vlaamse secundair onderwijs hun diploma haalden.

De belangrijkste resultaten van dit onderzoekswerk werd opgenomen in dit rapport (en met name in hoofdstukken 3 en 4).

## STATISTISCHE GEGEVENS M.B.T. ONDERWIJS EN STEM

De internationale onderwijsstatistieken in dit rapport werden geëxtraheerd uit de databases van Eurostat (zie o.a. [epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/introduction](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/introduction)), de OECD (zie [www.oecd.org/edu/preschoolandschool/educationataglance2011oecdindicators.htm](http://www.oecd.org/edu/preschoolandschool/educationataglance2011oecdindicators.htm) en [www.oecd-ilibrary.org/education/education-on-key-tables-from-oecd\\_20755120](http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-on-key-tables-from-oecd_20755120)) en UNESCO ([www.uis.unesco.org/Education/Pages/default.aspx](http://www.uis.unesco.org/Education/Pages/default.aspx)). Deze extractie gebeurde in de periode januari-februari 2012.

De statistische gegevens in deze internationale databases worden aangeleverd door de statistische diensten van de onderwijsministeries in de betrokken landen. Bepaalde van deze gegevens zijn ook terug te vinden in publicaties van de Europese Commissie, de OESO en Eurydice.

Daarnaast komen in dit rapport ook diverse andere statistische gegevens voor. Deze zijn afkomstig van de ministeries van onderwijs, onderwijsagentschappen, academische instanties en/of publieke statistische diensten. De bron werd daarbij steeds aangegeven. Deze cijfers kunnen soms afwijken van de internationale onderwijsstatistieken wanneer andere definities of indelingen worden gehanteerd.

## WEBSITES

Voor dit onderzoek werden ook vele tientallen websites geconsulteerd, in het bijzonder websites verbonden aan maatregelen en initiatieven op gebied van STEM. Waar dergelijke acties worden besproken in het rapport, werd steeds de link naar de betrokken website aangegeven.

Website van ministeries, agentschappen, federaties, stichtingen, ... werden ook gebruikt om studies en rapporten te downloaden. De geconsulteerde documenten werden opgenomen in de lijst van studies, rapporten en wetenschappelijke publicaties die volgt.

### STUDIES, RAPPORTEN EN WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES

De volgende lijst bevat de wetenschappelijke publicaties, studies en rapporten die werden geconsulteerd voor de kwalitatieve analyses in dit rapport. Daarnaast worden ook de referenties opgenomen van belangrijke publicaties waarnaar in deze documenten verwezen wordt.

Een deel van deze documenten behoort tot de klassieke wetenschappelijke literatuur en kan via de klassieke kanalen bekomen worden. Een deel valt hier evenwel buiten; het gaat vooral om studies en rapporten van ministeries, agentschappen, federaties, onderzoekseenheden ... die noch gepubliceerd werden in internationale onderzoekstijdschriften, noch geregistreerd werden met een ISBN-nummer. Daar staat wel tegenover dat veel van deze documenten via de websites van de betrokken organisaties kunnen gedownload worden.

- ACA/European Commissie (2008) – *“Transnational education in the European context – provision, approaches and policies.”*
- Acatech (2009) – *“Strategie zur Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Handlungsempfehlungen für die Gegenwart, Forschungsbedarf für die Zukunft.”* Springer Verlag: Berlin und Heidelberg
- Acatech (2011) – *“Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMo-Tech).”* Acatech berichtet und empfiehlt – Nr. 5. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- Acatech/VDI (2009) – *“Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften (NaBaTech).”*

- AdamutiTrache, M. & Andres, L. (2008) – “Embarking on and Persisting in Scientific Fields of Study: Cultural capital, gender, and curriculum along the science pipeline.” *International Journal of Science Education*, 30(12), 1557–1584.
- Agoria Vlaanderen (2006) – “Skills for the future. Competentieagenda 2015. De Technologische industrie in Vlaanderen”
- Aikenhead, G. (2001) – “Students’ ease in crossing cultural borders into school science.” *Science Education*, 85(2), 180188.
- Aikenhead, G. (2005) – “Science Education for Everyday Life: Evidence Based Practice.” New York: Teachers College Press.
- Aikenhead, G. & Ogawa, M. (2007) – “Indigenous knowledge and science revisited.” *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539620.
- Ainly, M. & Ainly, J. (2011) – “Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students’ continuing interest in learning about science.” *Contemporary Educational Psychology*, 36, 4-12.
- Ajzen, I. (1991) – “Theory of planned behavior.” *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50: 179-211.
- Alexander, P.M. et al. (2011) – “Factors effecting career choice: Comparison between students from computer and other disciplines.” *Journal of Science Education & Technology*, 20(3), 300-3015.
- Alloway, N. e.a (2004) – “School students making education and career decisions: Aspirations, attitudes and influences: Final report.” Canberra: Department of Education, Science and Training.
- Andersen, A.M. et al. (2007) – “The Relationship of Capability Beliefs and Teaching Environments of New Danish Elementary Teachers of Science to Teaching Success.” In: Pintó, Roser, Couso, Digna, eds. *Contributions from Science Education Research*. Dordrecht: Springer, pp. 131-142.
- Angell, C. et al. (2004) – “Physics: frightful but fun. Pupils’ and Teachers’ View of Physics and Physics Teaching.” *Science Education*, 88 (5) 683-706.
- Arnold, A. et al. (2010) – “LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Abschlussbericht zum Projekt Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich schulischer und außerschulischer Lernorte.” Universität Stuttgart.
- Aschbacher, P.R. et al. (2010) – “Is science me? High school students’ identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine.” *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582.
- Ashcraft, M.H. (2002) – “Math anxiety: Personal, educational and cognitive consequences.” *Current Directions of Psychological Science*, 11(5), 181–185.

- Atkin, J.M. (1998) – “*The OECD study of innovations in science, mathematics and technology education.*” *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), pp. 647-660.
- Australian Department of Education, Science and Training (2006) – “*Audit of science, engineering and technology skills: A summary report.*” Canberra
- B,S,S. (2010) – “*Indikatorensystem Fachkräftemangel, Auswertung der MINT-Berufe.*” B,S,S. Basel
- Baker D., Leary R. (1995) – “*Letting girls speak out about science.*” *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 3-27
- Bandura, A. (1977) – “*Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change.*” *Psychological Review*, 84, 191–215.
- Bandura, A. (1986) – “*The Social Foundations of Thought and Action: A social cognitive theory.*” Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1989) – “*Human agency in social cognitive theory.*” *American Psychologist*, 44, 1175–1184.
- Bandura, A. (1997) – “*Self-efficacy: The exercise of control.*” New York: Freeman.
- Bandura, A. et al. (2001) – “*Self-efficacy beliefs as shapers of children’s aspirations and career trajectories.*” *Child Development* 72 (1), 187-206.
- Baptist, P. et al. (Eds) (2011) – “*Towards New Teaching in Mathematics.*” Part I, II & III. Sinus International, Universität Bayreuth
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2008) – “*Girls’ biology, boys’ physics: evidence from free-choice science learning settings.*” *Research in Science & Technological Education*, 26(1), pp. 75-92.
- Baram-Tsabari, A. et al. (2006) – “*Using questions sent to an ask-a-scientist site to identify children’s interests in science.*” *Science Education*, 90(6), 1050-1072.
- Barman, C. (1999) – “*Students’ Views about Scientists and School Science: Engaging K-8 Teachers in a National Study.*” *Journal of Science Teacher Education* 10(1): 43-54
- Barmby, P. et al. (2008) – “*Examining changing attitudes in secondary school science.*” *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075–1093.
- Barnes, G. et al. (2005). – “*Exploring sex differences in science enrolment intentions: An application of the general model of academic choice.*” *Australian Educational Researcher*, 32(2), 1–24.
- Barstow, M. (2005) – “*Bringing Space into School Science.*” British National Space Centre Partnership
- Becker, B. J. (1989) – “*Gender and science achievement: a reanalysis of studies from two meta analyses.*” *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 1411-69.

- Becker, F.S. (2007) – “Was heute von Elektroingenieuren verlangt wird – Markttrends, Erwartungen von Berufsanfängern, Erwartungen von Personalverantwortlichen, Karrieremechanismen.” ZVEI Arbeitskreis Ingenieurausbildung, Siemens Generation21 Universities, Siemens AG. VDE: Berlin, Offenbach
- Becker, R. & Kolster, R. (2012) – “International student recruitment: policies and developments in selected countries.” NUFFIC Report
- Becker, R. et al. (2009) – “An Analysis of National and Institutional Approaches for Attracting International Students and Facilitating Internationalisation in the United Kingdom and Selected European Countries.” London: UK Higher Education Europe and International Units.
- Bernaert Y. (2010) – “Mathematics, Science and Technology Cluster. Compendium of good practices in MST.” Europese Commissie.
- Bennett, J. et al. (2007) – “Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching.” *Science Education*, 91(3), pp. 347-370.
- Bertelsmann-Stiftung (2010) - “Change 2/2010. Schwerpunkt: Lernen – Glück ein Leben lang.” Gütersloh: Bertelsmann Stiftung
- Bevins, S. et al. (2005) – “A study of UK secondary school students’ perceptions of science and engineering.” Paper presented at the European Educational Research Association Annual Conference, Dublin, 7-10 September 2005.
- BIS (2009a) – “The demand for STEM skills.” DIUS, Department for Innovation, Universities & Skills (now BIS)
- Blickenstaff, J. C. (2005) – “Women and science careers: leaky pipeline or gender filter?” *Gender and Education*, 17(4), 369-386.
- Boaler, J. et al. (2000) – “The construction of identity in secondary mathematics education.” Paper presented at the International Mathematics Education and Society Conference, Montechoro, Portugal.
- Bøe, M.V. et al. (2011) – “Participation in science and technology: young people’s achievement-related choices in late-modern societies.” *Studies in Science Education*, 47: 1, 37 — 72
- Boer, H. et al. (2010) – “Motives Underlying Bachelors–Masters Transitions: The Case of Dutch Degree Stackers.” *Higher Education Policy*, Vol.23, pp.381–396.
- Boilevin, J.-M. & Brandt-Pomares, P. (2011) – “Démarches d’investigation en sciences et en technologie au collège : les conditions d’évolution des pratiques.” In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d’investigation dans l’enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 51-62.). Lyon : ENS de Lyon



- Borrey, S. & Moens, G. (2003) – “Euroscene 2003. Euroscene project report for Flanders”
- Brand, B. & Wilkins, J. (2007) – “Using Self-Efficacy as a Construct for Evaluating Science and Mathematics Methods Courses.” *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 297-317.
- Brandell, G. & Staberg, E.M. (2008) – “Maths: a female, male or gender neutral domain? A study of attitudes among students at secondary level.” *Gender and Education* 20 (5), 494-509.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006) – “Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning.” *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388.
- Brickman, P. et al. (2009) – “Effects of Inquiry-based Learning on Students’ Science Literacy Skills and Confidence.” *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), pp. 1-22.
- Britner, S. L. & Pajares, F. (2006) – “Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students.” *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 485–499
- Brotman, J. S. & Moore, F. M. (2008) – “Girls and science: A review of four themes in the science education literature.” *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 9711002.
- Bundesagentur für Arbeit - BfA (2007) – “Der Arbeitsmarkt für Akademiker in Deutschland; Arbeitsmarktberichterstattung Naturwissenschaftler/-innen.” Nürnberg.
- Bundesagentur für Arbeit - BfA (2009) – “Der Arbeitsmarkt für Akademiker in Deutschland; Arbeitsmarktberichterstattung Ingenieure/-innen.” Nürnberg.
- Catsambis S. (1995) – “Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades.” *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 243–257
- Chambers, D. W. (1983) – “Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-scientist test.” *Science Education*, 67, 255-265
- Cleaves, A. (2005) – “The formation of science choices in secondary school.” *International Journal of Science Education*, 27(4), 471–486.
- Coe, R. et al. (2008) – “Relative difficulty of examinations in different subjects.” Durham, UK: Centre for Educational Management.
- Coince, D. et al. (2009). “Regard des enseignants de sciences physiques sur les activités favorisant l’initiative des élèves.” Paper presented at the Journée d’étude Expérimentation d’enseignements scientifiques rénovés en classe de seconde, Lyon.
- Colla, A. & Goossens-Gevelers M. (1998) – “De achttienjarige en zijn toekomstige beroepsleven.” VLEKHO
- Colley, A. et al. (1994) – “School subject preferences of pupils in single-sex and co-educational secondary schools.” *Educational Studies*. 20(3) 379–385

- Commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (2007) – “Rijk aan betekenis, visie op vernieuwd wiskundeonderwijs.” Utrecht
- Commissie Toekomstbestendig Hoger Onderwijs Stelsel (2010) – “Differentiëren in drievoud omwille van kwaliteit en verscheidenheid in het hoger onderwijs.” Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Den Haag.
- Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs - CDEFI (2009) – “La motivation des élèves ingénieurs dans le choix de leur études.” Les Etudes CDEFI – 1, CDEFI
- Coquidé, M. (2008). “Les disciplines scolaires et leurs enseignements spécialisés : distinguer pour pouvoir articuler et travailler ensemble.” In A. Hasni & J. Lebeaume (Eds.), 140 / 151 – Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie
- Crovato S. & Pellegrini, G. (2010) – “Gender and feminist perspectives. Empirical findings on scientific careers.” IRIS report, Observa
- Cubillo, J. M. et al. (2006) – “International Students Decision-Making Process.” International Journal of Educational Management, Vol.20(2), pp.101-115.
- DAAD (2008) – “Qualität durch Internationalität. Das Aktionsprogramm des DAAD 2008-2011.” Bonn.
- Damarin, S.K. (2000) – “The mathematically able as a marked category.” Gender and Education 12 (1) 69-85.
- David, M. et al. (2003) – “Gender Issues in Parental Involvement in Student Choice of Higher education.” Gender and Education, 15 (1) 21-37.
- De Clerck, F. (2010) – “Wiskundeonderwijs in Vlaanderen.” Rapport van de SoHo-overleggroep wiskunde. Gent
- De Fraine, B. & Pinxten, M. (2011) – “Wie kiest welke studierichting in het secundair onderwijs? En welke rol speelt de school bij deze studiekeuze?” Presentatie studiedagen SSL Leuven, 24-25/02/2011
- Deci, E. L. & Ryan R.M. (2000) – “The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior.” Psychological Inquiry: An International Journal for the Advancement of Psychological Theory 11(4): 227 - 268.
- Department for Education (UK) (1994) – “Science and Maths. A Consultation Paper on the Supply and Demand of Newly Qualified Young People”
- Department for Education and Skills – DfES (2004) – “Report on the Science, Technology, Engineering & Maths (STEM) mapping review.” DfE, Nottingham
- Department for Education and Skills – DfES (2007) – “Gender and education: the evidence on pupils in England.” DfE, Nottingham

- DeWitt, J. et al. (2011) – “Young Children’s Aspirations in Science: The unequivocal, the uncertain and the unthinkable.” *International Journal of Science Education*, in press.
- Dick, T.P. & Rallis, S. (1991) – “Factors and influences on high school students’ career choices.” *Journal of Mathematics Education*, 22(4), 281-292.
- Dickhauser, O. & Meyer, W.-U. (2006) – “Gender differences in young children’s math ability attributions.” *Psychology Science*, 48(1), 3-16.
- Dillon, J. & Osborne, J. (2008) – “Science Education in Europe: Critical reflections.” Nuffield Foundation, London.
- Dimarq, N. (2009). “Les recherches sur la pratique des démarches d’investigation.” *Revue de littérature. Master recherche Didactique des sciences et des techniques*, ENS Cachan, Paris.
- Dryler, H. (1999) – “The impact of school and classroom characteristics on educational choices by boys and girls: A multilevel analysis.” *Acta Sociologica*, 42, 299–318.
- Durand-Guerrier, V. (2010). “La dimension expérimentale en mathématiques. Enjeux épistémologiques et didactiques.” EXPRIME. Lyon: INRP.
- Durando, M., Wastiau P., & Joyce A. (2009) – “Women in IT: The European situation and the role of public-private partnerships in promoting greater participation of young women in technology.” Special Insight Report
- Durndell, A. et al. (1998) – “Gender neutral engineering: an impossible dream?” *International Journal of Science Education*, 20 (7) 783-93.
- EACEA/Eurydice (2010) – “Gender Differences in Educational Outcomes: Study on the Measures Taken and the Current Situation in Europe.”
- EACEA/Eurydice (2011a) – “Mathematics Education in Europe: Common Challenges and National Policies”
- EACEA/Eurydice (2011b) – “Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research”
- EACEA/Eurydice/Eurostat (2009) – “Key Data on Education in Europe 2009.”
- Eccles, J. & Wigfield, A. (2002) – “Motivational beliefs, values and goals.” *Annual Review of Psychology*, 47(8), 978–1003.
- Eccles, J. (1994) – “Understanding women’s educational and occupational choices.” *Psychology of Women Quarterly*, 18, 585-609.
- Eccles, J. (2009) – “Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action.” *Educational Psychologist*, 44(2), 78–89.
- Eccles, J. et al. (1983) – “Expectations, values and academic behaviors.” In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and Achievement Motivation* (pp. 75-146). San Francisco: W.H. Freeman

- Eckerle, K. et al. (2002) – “Mittel- bis langfristiger Bedarf an Ingenieuren im deutschen Maschinen- und Anlagenbau.” Impuls-Stiftung – Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik / Prognos AG Basel / VDMA (Hrsg.), Basel.
- Egeln, J. & Heine, C. (Eds) (2005) – “Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich. Studien zum Innovationssystem Deutschlands, Nr.4/2005.” Hochschul-Informations-System (HIS), Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung mbH (ZEW). Mannheim, Hannover.
- Encke, N. (2002) – “Arbeitsmarkt-Information für qualifizierte Fach- und Führungskräfte – Maschinenbauingenieurinnen und Maschinenbauingenieure.” Bundesanstalt für Arbeit, Zentralstelle für Arbeitsvermittlung: Bonn
- Engeln, K. (2004) – “Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken.” Berlin: Logos Verlag, 2004.
- Engineering and Technology Board (2005) – “Factors influencing Year 9 career choices.” National Foundation for Educational Research.
- European Round Table of Industrialists - ERT (2009) – “Societal changes: Mathematics, science and technology education report.” Brussel.
- Europese Commissie (2004) – “Europe needs more scientists!.” High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe.
- Europese Commissie (2005) – “Europeans, science and technology.” Special Eurobarometer 224
- Europese Commissie (2007a) – “Science education Now. A renewed pedagogy for the future of Europe” (The Rocard report)
- Europese Commissie (2007b) – “Reinventing science education.” Special Issues of Research EU
- Europese Commissie (2008) – “Mapping the maze: getting more women to the top in research”
- Europese Commissie (2009) – “Progress towards the Lisbon objectives. Indicators and benchmarks”
- Europese Commissie (2010a) – “Europa 2020: een strategie voor slimme, duurzame en inclusieve groei”
- Europese Commissie (2010b) – “Special Eurobarometer on science and technology”
- Eurostat (2008a) – “Statistik kurz gefasst - Ältere Humanressourcen in Wissenschaft und Technik. Ausgabe 26/2008..”
- Eurostat (2008b) – “Statistik kurz gefasst - Frauen in Wissenschaft und Technik. Ausgabe 10/2008.”
- Eurydice (2006) – “Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research.”
- Federaal Planbureau (2005) – “Determinanten van internationale lokalisatie, met toepassing op de Agoriabranches.” Working Paper 16-05, Federaal Planbureau, Brussel
- Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs - FEANI (2010) – “The European Engineers Publication. More Engineers for Europe.” FEANI News Issue 6, Februar 2010. Brussel.

- Fenwick-Sehl, L. et al. (2009) – “Recruitment and retention of mathematics students in Canadian universities.” *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(1), 27-41.
- Fine, C. (2010) – “Delusions of gender. How Our Minds, Society, and Neurosexism Create Difference” Norton
- Fouad, N. A. & Smith, P. L. (1996) – “A test of a social cognitive model for middle school students: math and science.” *Journal of Counseling Psychology*, 43, 338–346.
- Francis, B. (2000) – “The gendered subject: students’ subject preferences and discussions of gender and subject ability.” *Oxford Review of Education*, 26(1), 3548.
- Furlong, A. & Biggart, A. (1999) – “Framing ‘Choices’: a longitudinal study of occupational aspirations among 13- to 16-year-olds.” *Journal of Education and Work*, 12(1), pp. 21-35.
- Gago, J. M. et al. (2004) – “Increasing human resources for science and technology in Europe.” Europese Commissie, Brussel
- Gardner, P. L. (1975) – “Attitudes to Science.” *Studies in Science Education*, 2, 141.
- Gee, J. (2002) – “Identity as an analytic lens for research in education.” *Review of Research in Education*, 25, 99125.
- Gehrig, M. et al. (2010) – “Der MINT-Fachkräftemangel in der Schweiz. Ausmass, Prognose, konjunkturelle Abhängigkeit, Ursachen und Auswirkungen des Fachkräftemangels in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik.” Buro BASS, Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF, Bern
- Germann, P. J. (1988) – “Development of the Attitude toward Science in School Assessment and its use to Investigate the Relationship between Science Achievement and Attitude toward Science in School.” *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 689703.
- Germeijs, V. & Verschueren, K. (2006) – “High school students’ career decision-making process: a longitudinal study of one choice.” *Journal of Vocational Behavior*, 68, 189-204.
- Germeijs, V., & Verschueren, K. (2007) – “High school students’ career decision-making process: Consequences for choice implementation in higher education.” *Journal of Vocational Behavior*, 70, 223-241.
- GHK (2008) – “Evaluation of the National Network of Science Learning Centres: Final Report.” The Wellcome Trust and the DCSF.
- Gibson, H. L. & Van Strat, G. A. (2001) – “A longitudinal study of the impact of constructivist instructional methods on preservice teachers’ attitudes toward teaching and learning mathematics and science.” Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.
- Gilles, W. et al. (2006) – “Gender.” In J. Gilbert (ed.) *Science Education: Major Themes in Education*, London: Routledge

- Gillibrand, E., P. Robinson, R. Brawn and O. Osborn (1999) – “Girls’ participation in physics in single sex classes in mixed schools in relation to confidence and achievement.” *International Journal of Science Education*, 21(4) 349–362.
- Gist, M. E. & Mitchell T.B. (1992) – “Self-efficacy: A theoretical analysis of its determinants and malleability.” *Academy of Management Review* 17(2): 183-211.
- Grant, A. M. et al. (2011) – “The performance implications of ambivalent initiative: The interplay of autonomous and controlled motivations.” *Organizational Behavior & Human Decision Processes*.
- Groen, T. (2012) – “Naar 4 op de 10. Meer technologietalent voor Nederland. Masterplan Bèta en Technologie.” Topsectoren van de Nederlandse Economie i.s.m. Platform Bèta Techniek, Den Haag
- Grüneberg, J. & Wenke, I. (2007) – “Arbeitsmarkt – Elektrotechnik Informationstechnik.” VDE: Berlin, Offenbach
- Grüneberg, J. & Wenke, I. (2008/2009) – “Arbeitsmarkt – Elektrotechnik Informationstechnik.” VDE: Berlin, Offenbach
- Guderian, P. & Priemer, B. (2008) – “Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche – eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland.” In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, *PhyDid* 2/7, S. 27 – 36.
- Hannover, B. and Kessels, U. (2004) – “Self to self prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math. and science.” *Learning and Instruction*, 14 (1) 51-67.
- Harlin, J. et al. (2004) – “Students’ Beliefs about Science and Sources of Influence Affecting Science Career Choice.” *NACTA Journal*, June 2004
- Hasse, C. et al. (Eds.) (2008) – “Draw the line! Universities as workplaces for male and female researchers in Europe.” Tartu: Tartu University Press.
- Haste, H. (2004) – “Science in my Future: A study of values and beliefs in relation to science and technology among 11-21 year olds.” London, Nestlé Social Research programme.
- Haste, H. et al. (2008) – “If Girls Like Ethics In Their Science And Boys Like Gadgets, Can We Get Science Education Right?” Paper presented at the Annual Conference of the British Association for the Advancement of Science, Liverpool.
- Hattie, J. A. (2003) – “Teachers make a difference: What is the research evidence?” Australian Council for Educational Research Annual Conference on: Building Teacher Quality.
- Hausler, P. & Hoffmann, L. (2000) – “A curricular frame for physics education: Development, comparison with students’ interests, and impact on students’ achievement and self-concept.” *Science Education*, 84(6), 689–705.

- Haussler, P. & Hoffmann, L. (2002) – “An intervention study to enhance girls’ interest, self concept, and achievement in physics classes.” *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870-888.
- Hauttekeete, L. (2007) – “Are you ready for the future? De visie van jongeren op technologie, industrie en werk.” Onderzoeksgroep MICT UGent, Agoria Vlaanderen
- Haworth, C. M. A. et al. (2008) – “A Twin Study into the Genetic and Environmental Influences on Academic Performance in Science in nineyearold Boys and Girls.” *International Journal of Science Education*, 30(8), 1003-1025.
- Hazari, Z. et al. (2010) – “Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study.” *Journal of Research in Science Teaching*.
- Hembree, R. (1990) – “The nature, effects and relief of mathematics anxiety.” *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46.
- Hennen, L. (1997) – “Monitoring „Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik“ Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik – Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage des TAB.” TAB Arbeitsbericht Nr. 54, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag: Berlin
- Henriksen, E.K. (2010) – “‘The second sex’ in science. Why are women still underrepresented in Science and technology, why does it matter, and what can we do about it?” Paper presented at the XIV IOSTE Symposium, Bled, Slovenia, June 13. - 18. 2010
- Hiller, S. (2010) – “Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation der Forscherinnen-Camps.” Interner Arbeitsbericht der Universität Stuttgart. Stuttgart.
- Hiller, S. (2011a) – “Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich von schulischen und außerschulischen Lernorten.” In: Schulz, M.(Ed.) - Stuttgarter Projektergebnisse zum Thema technisch-naturwissenschaftliche Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche. Universität Stuttgart.
- Hiller, S. (2011b) – “Motivation durch Modellprojekte – Effekte beispielhafter Modellprojekte auf das Interesse an Technik bei Kindern und Jugendlichen.” In: Schulz, M.(Ed.) - Stuttgarter Projektergebnisse zum Thema technisch-naturwissenschaftliche Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche. Universität Stuttgart.
- Hiller, S. et al. (2008) – “Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des IdeenParks 2008.” Universität Stuttgart / ThyssenKrupp-AG Düsseldorf. Stuttgart/Düsseldorf.
- Hodapp, T. et al. (2009) – “Preparing highschool physics teachers.” *Physics Today*, 62(2), 40–45.
- Hoffmann, L. (2002) – “Promoting girls’ interest and achievement in physics classes for beginners.” *Learning and Instruction*. 12 447–465.

- Hollins, M. et al. (2006) – “Girls in the physics classroom. A Teachers’ guide for action.” Institute of Physics
- Höttecke, D. (2001) – “Die Vorstellungen von Schüler und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften.“ In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 7 (2001) S. 7-23.
- House of Lords (2012) – “Higher Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) subjects.” 2nd Report of Session 2012–13. House of Lords, London
- Hulleman, C. S. & Harackiewicz, J. M. (2009) – “Making education relevant: Increasing interest and performance in high school science classes.” *Science*, 326, 1410–1412.
- Huyer, S. & Westholm, G. (2007) – “Gender Indicators in Science, Engineering and Technology.” UNESCO, Parijs
- Ihsen, S. et al. (2009) – “Potenziale nutzen - Ingenieurinnen zurückgewinnen – zum Drop-Out von Ingenieurinnen.” TU München, Stiftung Impuls Baden-Württemberg, Stuttgart
- Illeris, K. et al. (2002) – “Ungdom, identitet og uddannelse” [Youth, identity and education]. Frederiksberg, Denmark: Roskilde Universitetsforlag.
- Inspectie van het Vlaams Onderwijs (2001) – “Onderwijs Spiegel. Verslag van de toestand van het onderwijs, schooljaar 1999-2000.” Departement Onderwijs, Brussel.
- IOSTE (2005). Newsletter, 8 (2), December 2005, 9-10.
- IPSOS (2006) – “Rapport jongerenbevraging – Wetenschap maakt knap.” Departement Economie Wetenschap & Innovatie, Brussel
- IRDAC (1990) – “IRDAC Opinion on Skills Shortages in Europe.” Europese Commissie, Brussel
- ITEA (2002) – “Standards for Technological Literacy. Content for the study of Technology.” International Technology Education Association, Reston, Virginia (USA)
- Ivie, R. et al. (2001) – “Women Physicists Speak: The 2001 International Study of Women in Physics.” American Institute of Physics Report,
- Jacobs, J.E. et al. (2006) – “Enduring Links: Parents’ Expectations and their Young Adult Children’s Gender-typed Occupational Choice.” *Educational Research and Evaluation* 12 (4) 395-407.
- Jakobs, E.-M. (2005) – “Der mündige Nutzer. Technik für und mit Menschen.” In: Computer in der Alltagswelt - Chancen für Deutschland?. Acatech Tagungsband 2005, S. 60-65.
- Jakobs, E.-M. et al. (2008) – “Forschungsstudie, Alter und Technik – Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen.” Aachen: Apprimus.
- Jenkins E. (2010) – “Recruitment initiatives and choice of STEM higher education. Part I: Students’ experiences of school science and their influence on students’ (particularly girls’) choice of course.” IRIS Working document No. 5.1. University of Leeds



- Jenkins, E. & Nelson, N. W. (2005) – “*Important but not for me: students’ attitudes toward secondary school science in England.*” *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 4157.
- Jenkins, E.W. (2006) – “*Student opinion in England about science and technology*” – *Research in Science & Technological Education* 24(1), 59–68
- Jensen, F. & Henriksen, E.K. (2010) – “*Recruitment initiatives and choice of STEM higher education. Part II: The effect of initiatives to recruit young people to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education.*” IRIS Working document No. 5.1, University of Oslo
- Jet-Net (2008) – “*High Five! Jet-Net. Five years of impact.*” Jet-Net, Den Haag
- Johnson, S. (1987) – “*Gender differences in science: Parallels in interest, experience and performance.*” *International Journal of Science Education*, 9(4), 467–481.
- Jones M. G. & Wheatley J. (1990) – “*Gender differences in teacher–student interactions in science Classrooms.*” *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 861-874
- Jones, G. et al. (2000) – “*Gender Differences in Students’ Experiences, Interests, and Attitudes towards Science and Scientists.*” *Science Education*, 84, 180192.
- Juuti, K. et al. (2004) – “*Boys’ and Girls’ Interests in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey.*” In: A. Laine, J. Lavonen & V. Meisalo, eds. *Current research on mathematics and science education. Research Report 253.* Helsinki: Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki.
- Kahle J. & Lakes M. (1983) – “*The myth of equality in science classrooms.*” *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 131-140.
- Kaspura, A. (2010) – “*The engineering profession: A statistical overview 2010.*” Engineers Australia, Berton.
- Kearny, C. (2010) – “*Efforts to Increase Students’ Interest in Pursuing Mathematics, Science and Technology Studies and Careers. National Measures taken by 16 of European Schoolnet’s Member Countries.*” European Schoolnet.
- Keeves J.P. (1992) – “*The IEA study of science III: Changes in science education and achievement, 1970 to 1984.*” Oxford, Pergamon Press
- Kessels, U. (2005) – “*Fitting into the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking for school subjects.*” *European Journal of Psychology of Education*, 20 (3), 309-23.
- Kind, P. M. et al. (2007) – “*Developing Attitudes towards Science Measure.*” *International Journal of Science Education*, 29(7), 871893.
- Kleffel, A. et al. (2012) – “*TSB Report 2011/2012. Berlin-Brandenburg: Hier forscht die Jugend! Schülerlabore an Forschungseinrichtungen, Hochschulen and Museen.*” TSB – Technologiestiftung Berlin

- Koglin, G. (2011) – “Kapital in Köpfen. Potenzial für Innovation und Wachstum in Berlin-Brandenburg.” TSB – Technologiestiftung Berlin
- Kolster, R. (2010) – “Academic Attractiveness of Countries to students: Explaining and Measuring a Country’s Academic X Factor.” University of Oslo.
- Koppel, O. (2010) – “Ingenieurarbeitsmarkt 2009/10 – Berufs- und Branchenflexibilität, demografischer Ersatzbedarf und Fachkräftelücke.” – VDI/IW Köln
- Kosmidis, K. (2008) – “Sind wir technikfeindlich? Ein Vergleich der Technikeinstellungen von Jugendlichen und Erwachsenen in der Bundesrepublik Deutschland.” Institut für Sozialwissenschaften, Universität Stuttgart.
- Kotte D. (1992) – “Gender differences in science achievement in 10 countries.” Peter Lang, Frankfurt
- Krainer, K. (2008) – “Researchers and their roles in teacher education.” Journal of Mathematics Teacher Education, 11(4), 253-257.
- Krainer, K. (2011) – “Teachers as stakeholders in mathematics education research.” Universität Klagenfurt.
- Krekels, D. (2004) – “Speel je KernTalenten uit - kinderspeelgoed vertelt wie je bent.” De Boeck
- Krekels, D. (2012) – “Beken(d) Talent - Ken je KernTalenten en maak de juiste keuzes voor je studies, je werk en je leven.” Standaard Uitgeverij
- Krogh, L. B. & Thomsen, P. V. (2005) – “Studying students’ attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: border crossing into the physics classroom.” International Journal of Science Education, 27(3), 281302.
- Labudde, P. et al. (2000) – “Girls and physics: teaching and learning strategies tested by classroom intervention in Grade 11.” International Journal of Science Education, 22 (2) 143-57.
- Langen, A.V. et al. (2006) – “Sex-related differences in the determinants and process of science and mathematics choice in pre-university education.” International Journal of Science Education 28 (1), 71-94.
- Lau, S., & Roeser, R.W. (2002) – “Cognitive abilities and motivational processes in high school students’ situational engagement and achievement in science.” Educational Assessment, 8, 139–162.
- Lauwers, D. et al. (2012) – [Werktitel] “Kiezen voor STEM.” IST / Universiteit Antwerpen
- Lavonen, J. et al. (2008) – “Students’ motivational orientations and career choice in science and technology: A comparative investigation in Finland and Latvia.” Journal of Baltic Science Education, 7(2), pp. 86-102.
- Lee, J. D. (2002) – “More than ability: Gender and personal relationships influence science and technology Involvement.” Sociology of Education, 75(4), 349373.

- Leerhoff, H. (2012) – “MINT-Bildung in Berlin und Brandenburg.” TSB – Technologiestiftung Berlin
- Lent, R. W. et al. (1994) – “Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance.” *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79–122.
- Lent, R. W. et al. (2003) – “Testing social cognitive interest and choice hypotheses across Holland types in Italian high school students.” *Journal of Vocational Behavior*, 62, 101–118.
- Liang, L.L. & Gabel, D.L. (2005) – “Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers.” *International Journal of Science Education*, 27(3), 1143–1162.
- Lie, S. et al. (2010) – “Fysikk i fritt fall? TIMSS Advanced 2008 I videregående skole” [Physics in free fall? TIMSS Advanced 2008 in upper secondary school]. Oslo: Unipub.
- Lindahl, B. (2007) – “A Longitudinal Study of Student's' Attitudes Towards Science and Choice of Career.” Paper presented at the 80th NARST International Conference New Orleans, Louisiana.
- Lloyd, J.E.V. et al. (2005) – “Sex differences in performance attribution, self-efficacy and achievement in mathematics: If I'm so smart, why don't I know it?” *Canadian Journal of Education*, 28(3), 384–408.
- Lowell, L. et al. (2009) – “Steady as she goes? Three generations of students through the sciences and engineering pipeline.” Paper presented at the Annual Meetings of the Association for Public Policy, Analysis and Management, Washington, DC.
- Luma Support Group (2002) – “Finnish knowledge in Mathematics and Sciences in 2002. Final report of the Luma Programme.”
- Lyons, T. & Quinn, F. (2010) – “Choosing science. Understanding the declines in senior high school science enrolments.” University of New England, Armidale.
- Lyons, T. (2006) – “Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words.” *International Journal of Science Education*, 28(6), 591–613.
- Magrefi, F. & Möbius, S. (Ed.) (2009) – “Science Education in European Schools. Selected Practices from the Stella Catalogue.” European Schoolnet
- Maltese, A.V. & Tai, R.H. (2008) – “Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science.” *International Journal of Science Education*, 32: 5, 669 — 685
- Manpower (2009) – “Talent shortage survey results.” Milwaukee
- Manpower Group (2011) – “Talent Shortage 2011 Survey Results.”
- Manpower Group (2012) – “2012 Talent Shortage survey.”
- Martin, M. O. et al. (2008) – “TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades.” Boston, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education.

- Masnick, A.M. et al. (2010) – “A multidimensional scaling analysis of students’ attitudes about science careers.” *International Journal of Science Education*, 32(5), 653–667.
- Mazzarol, T. & Soutar, G.N. (2002) – “Push-Pull’ Factors Influencing International Student Destination Choice.” *International Journal of Educational Management*, Vol.16(2), pp.82-90.
- Mcgee, J. & Stockard, J. (1991) – “From a child’s view: Children’s occupational knowledge and perceptions of occupational characteristics.” In S. Cahill (Ed.). *Sociological studies of child development: perspectives on and of children* (Vol. 4, pp. 113 – 136). Greenwich, CT: JAI Press.
- Mellors-Bourne, R. et al. (2011) – “STEM graduates in non-STEM jobs.” BIS - Department for Business Innovation and Skills, London
- Mendick, H. (2005) – “A beautiful myth? The gendering of being/doing ‘good at maths’.” *Gender and Education*, 17 (2) 203-19.
- Mendick, H. (2006) – “Masculinities in mathematics.” Maidenhead: Open University Press.
- Milberg, J. (Ed.) (2009) – “Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaften. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern.” Springer Verlag: Berlin und Heidelberg
- Miller, P. et al. (2006) – “Gender differences in highschool students’ views about science.” *International Journal of Science Education*, 28 (4) 367-81.
- Ministerie van Onderwijs en Vorming - MOV (2011) – “Statistisch Jaarboek van het Vlaamse Onderwijs 2010-2011.” Brussel
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2004) – “Koers op Kwaliteit, van Marge naar Mainstream.” Internationaliseringsbrief hoger onderwijs. Den Haag.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2009) – “Internationale positionering van de Nederlandse onderwijs- en kennisinstellingen. Aanvullende actielijnen in het kader van de internationaliseringsagenda ‘Het Grenzeloze Goed’.” Den Haag.
- Moens, G. et al. (2008) – “Technische geletterdheid voor iedereen. Standaarden & referentiepunten.” Eindrapport van Techniek op school voor de 21ste eeuw. Vlaamse Overheid
- Monod-Ansaldi, R. et al. (2010). “L’investigation en MI-SVT : un chemin vers l’autonomie des élèves ?” Paper presented at the Journées scientifiques DIES 2010, Lyon.
- Monod-Ansaldi, R. et al. (2011). “Représentations des enseignants de mathématiques et de sciences expérimentales sur quelques concepts épistémologiques des démarches d’investigation : expliciter pour mieux interagir.” Paper presented at the Journées Maths 2011, Lyon. Prochainement.
- Morgan, C. et al. (2001) – “The role of interest in understanding the career choices of females and male college students.” *Sex Roles*, 44, 295-320.
- MOV/MOCW (2008) – “De wederzijdse participatie van leerlingen/studenten in Nederland en Vlaanderen. Schooljaar 2006/2007.” Vlaams Ministerie van Onderwijs en Vorming, Brussel en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Den Haag

- Münst, A.S. (2005) – “Lehrstrukturen in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern und die Herstellung der Geschlechterhierarchie in Lernprozessen.” In: Steinbrenner, Diana; Kajatin, Claudia; Mertens, Eva-Maria (Hrsg.): *Naturwissenschaft und Technik – (k) eine Männersache. Aktuelle Studien und Projekte zur Förderung des weiblichen Nachwuchses in Naturwissenschaft und Technik.* Ingo Koch Verlag. Rostock.
- Murphy, C., & Beggs, J. (2005) – “*Primary Science in the UK: A Scoping Study.*” Final Report to the Wellcome Trust. London: Wellcome Trust.
- Murphy, P. & Whitelegg, E. (2006) – “*Girls in the physics classroom: a review of the research on the participation of girls in physics.*” Institute of Physics, London
- NAFSA (2010) – “*The Economic Benefits of International Education to the United States for the 2009-2010 Academic year: A Statistical Analysis.*”
- National Academy of Sciences (2005) – “*Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future.*” Washington, DC
- Nederlands Ministerie van Onderwijs (2003) – “*Deltaplan Bèta Techniek: actieplan voor de aanpak van tekorten aan bèta’s en technici.*”
- Norwegian Ministry of Education and Research (2010) – “*Science for the Future. Strategy for Strengthening Mathematics, Science and Technology (MST) 2010–2014.*”
- Nuffic (2011a) – “*Mapping Mobility: International Mobility in Dutch Higher Education.*” Den Haag.
- Nuffic (2011b) – “*Competing for the brightest minds. Changing flows in international student mobility.*” Den Haag.
- OECD (2005) – “*PISA 2003 Technical report.*”
- OECD (2006) – “*Evolution of Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies.*” Policy Report
- OECD (2007) – “*PISA 2006: science competencies for tomorrow’s world. Volume 1: Analysis.*”
- OECD (2008) – “*Encouraging student interest in science and technology studies.*” Paris: Global Science Forum.
- OECD (2009a) – “*PISA 2006 Technical report.*”
- OECD (2009b) – “*PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science.*”
- OECD (2010a) – “*Education at a Glance. OECD Indicators.*”
- OECD (2010b) – “*OECD employment outlook 2010: Moving beyond the jobs crisis.*”
- OECD (2010c) – “*PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I).*”
- OECD (2010d) – “*PISA 2009 Results: What Makes a School Successful? – Resources, Policies and Practices (Volume IV).*”

- OECD (2010e) – “PISA 2009 Results: Learning Trends: Changes in Student Performance since 2000 (Volume V).”
- OECD (2010f) – “OECD information technology outlook 2010: Highlights.”
- OECD (2012) – “What kinds of careers do boys and girls expect for themselves?” PISA in Focus 14
- Office for Standards in Education, Children’s Services and Skills - OFSTED (2011) – “Successful science. An evaluation of science education in England 2007-2010.” OFSTED, Manchester
- Ogura, Y. (2006) – “Graph of Student Attitude v Student Attainment.” Based on data from: Martin, M.O. et al. (2000). TIMSS 1999 International Science Report:
- ÖIBF-Österreichisches Institut für Berufsbildungsforschung (2004) – “Studieninformation und -beratung - Repräsentative Befragung von StudienanfängerInnen an Wiener Universitäten und Fachhochschulen.” ÖIBF, Wien 2004.
- Olson, J.F. et al. (2008) – “TIMSS 2007 Technical Report.” Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Omey, E. & Verhaest, D. (2011) – “Overscholing onder schoolverlaters. Enkele bevindingen.” Presentatie studiedagen SSL Leuven, 24-25/02/2011
- Osborne, J. & Collins, S. (2000) – “Pupils’ and Parents’ Views of the School Science Curriculum.” King’s College London.
- Osborne, J. & Collins, S. (2001) – “Pupils’ views of the role and value of the science curriculum.” International Journal of Science Education, 23, 441-67.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) – “Science Education in Europe: Critical Reflections. A report to the Nuffield Foundation.” King’s College London.
- Osborne, J. et al. (2003) – “Attitudes towards science: A review of the literature and its implications.” International Journal of Science Education, 25(9), 1049–1079.
- Osborne, J. et al. (2009) – “Attitudes Towards Science: An Update.” Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, California
- Parker, L. H. & L. J. Rennie (2002) – “Teachers’ implementation of gender-inclusive instructional strategies in single-sex and mixed-sex science classrooms.” International Journal of Science Education. 24(9) 881–897.
- Patterson, V. (2012) - “An Analysis of CAO 1st Preference Applications 2012.” Higher Education Authority, Dublin
- Pegg, J. & Krainer, K. (2008) – “Studies on regional and national reform initiatives as a means to improve mathematics teaching and learning at scale.” In K. Krainer & T. Wood (Eds.), International Handbook of Mathematics Teacher Education: Vol. 3, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

- Pell, T., & Jarvis, T. (2001) – “Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years.” *International Journal of Science Education*, 23(8), 847-862.
- Pfenning, U. (2011) – “MINT-Forschung und Sozialwissenschaften.” In: Schulz, M.(Ed.) - Stuttgarter Projektergebnisse zum Thema technisch-naturwissenschaftliche Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche. Universität Stuttgart.
- Pfenning, U. et al. (2002) – “Naturwissenschaften und Technik mangelhaft – Konsequenzen für Forschung, Wirtschaft und Technologie in Deutschland.” In: VDI (Hrsg.): Gesellschaft und Politik. Technische Bildung in der Schule: PISA und die Zukunft von Forschung und Technologie in Deutschland, Politik-Dialog des VDI Berlin, 5. September 2002. Berlin/Düsseldorf.
- Pfenning, U. et al. (2002) – “Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe – Strategien gegen den Nachwuchsmangel.” Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg: Stuttgart
- Pfenning, U. et al. (2003) – “Frauen und die Muse der Technik – oder: Ist Technik männlich?” In: Heinrich, E. D. und Rentschler, M. (Hrsg.): Frauen studieren Technik- Bedingungen-Kontext- Perspektiven, Band 41. Aachen. Shaker Verlag. S. 105-128.
- Pfenning, U. et al. (2011) – “Frauen für Technik - Technik für Frauen. Zur Attraktivität von Technik und technischen Berufen bei Mädchen und Frauen.” In: Wentzel, W./Mellies, S./Schwarze, B. (Hrsg.) 2011: Generation Girls' Day. Budrich Press, Opladen. Berlin. S. 124-158.
- Planet Science (2003) – “Student Review of the Science Curriculum: major findings”
- Platform Bèta Techniek (2009) – “Agenda 2011-2016. Blijven investeren in de toekomst van Nederland.” Den Haag
- Platform Bèta Techniek (2010) – “Zekeringen voor de toekomst. Resultaten uitvoering Delta-plan bèta/ techniek. Facts & Figures 2004-2010.” Den Haag
- Platform Bèta Techniek (2011) – “Facts & Figures 2011.” Den Haag
- Platform Bèta Techniek et al. (2008) – “Room for Talent! Room for Science and Technology! Manifest.” Den Haag
- Pôle Universitaire Européen de Lorraine (2006) – “Report of the reports and of the initiatives.” GRID project final report
- Preckel, F. e.a. (2008) – “Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest and motivation in mathematics.” *Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146–159.
- Prenzel, M. et al. (2009) – “Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen.” In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 15-61

- Prieur, M., Sanchez, E., & Aldon, G. (2011) – “Enseignement scientifique co-disciplinaire en classe de seconde : éléments à prendre en compte pour sa mise en œuvre.” In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d’investigation dans l’enseignement scientifique Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves* (pp. 151-182). Lyon : ENS de Lyon
- Raabe, B. (2003) – “Arbeitsmarkt-Information für qualifizierte Fach- und Führungskräfte – Mathematikerinnen und Mathematiker.” Bundesanstalt für Arbeit – Zentralstelle für Arbeitsvermittlung: Bonn
- Raabe, B. (2004) – “Arbeitsmarkt-Information für qualifizierte Fach- und Führungskräfte – Physiker- viele Türen offen.” Bundesanstalt für Arbeit – Zentralstelle für Arbeitsvermittlung: Bonn
- Rectors’ Conference of the Swiss Universities (2007) – “Education, research and innovation 2008-2011.”
- Regioplan (2010) – “Attitudemeting 2009.” VTB, Platform Bèta Techniek, Den Haag
- Renn, O. & Pfenning, U. (2010a) – “Was machen Andere anders – was machen Andere besser? Wissenschafts- und Technikbildung in Deutschland und dem europäischen Ausland.” In: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): *Die Akademie am Gendarmenmarkt 2010/11*. BBAW: Berlin, S. 49-54.
- Renn, O. & Pfenning, U. (2011) – “MINT-Bildung im internationalen Vergleich.” In: Schulz, M.(Ed.) - *Stuttgarter Projektergebnisse zum Thema technisch-naturwissenschaftliche Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche*. Universität Stuttgart.
- Renn, O. (2011) – “Stellungnahmen und Empfehlungen zur MINT-Bildung in Deutschland auf der Basis einer europäischen Vergleichsstudie.” Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW), Berlin
- Rennie, L.J. et al. (2001) – “Science Teaching and Learning in Australian Schools: Results of a National Study.” *Research in Science Education*, 31 (4), 455-98
- Roberts, G. (2002) – “SET for success: The supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills.” London: HM Treasury.
- Robinson, W. & Gillibrand, E. (2004) – “Single-sex teaching and achievement in science.” *International Journal of Science Education*, 26 (6) 659-75.
- Rocard et al. (2007) – “Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe.” Europese Commissie
- Roger, A. & Duffield, J. (2000) – “Factors Underlying Persistent Gendered Option Choices in School Science and Technology in Scotland.” *Gender and Education*, 12(3), pp. 367-383.
- Rotgans, J. I. & Schmidt, H. G. (2011) – “The role of teachers in facilitating situational interest in an active-learning classroom.” *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 37–42.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000) – “Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being.” *American Psychologist*, 55(1), 68–78.



- Ryder, J. (2002) – “School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science.” *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), pp. 637-658.
- Scantlebury, K. & Baker, D. (2007) – “Gender issues in science education research: Remembering where the difference lies.” In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 257-286). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Schleicher, A. (2007) – “PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Briefing note for Belgium/Europe.” OESO, Parijs
- Schmuck, C. (2012) – “Repérages 2011. Les jeunes dans les métiers scientifiques et techniques.” Global Contact
- Schneeberger A. et al. (2007) – “Zukunft technisch-naturwissenschaftlicher Hochschulbildung. Studierquoten, fachrichtungsspezifische Arbeitsmarktperspektiven und Ansatzpunkte zur Förderung technologischer Qualifikation.” *ibw-Bildung & Wirtschaft* Nr. 42, Wien
- Schramm, M. & Kerst, C. (2009) – “Berufseinmündung und Erwerbstätigkeit in den Ingenieur und Naturwissenschaften.” HIS Hochschul-Informations-System GmbH: Hannover
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). – “Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education.” *Acta Didactica* 4/2004. Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2007) – “Science education and youth's identity construction two incompatible projects?” In D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (Eds.), *The Reemergence of Values in the Science Curriculum*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Schreiner, C. (2006) – “Exploring a ROSEgarden: Norwegian youth's orientations towards science seen as signs of late modern identities.” University of Oslo, Oslo.
- Schreiner, C. et al. (2010) – “Vilje-con-valg: valg og bortvalg av realfag [“Choosing - or not choosing - STEM higher education in Norway.”] KIMEN
- Schulz, M. & Keierleber, V. (2011) – “Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses bei Schülern durch außerschulische Erfinderclubs. Ergebnisse einer empirischen Evaluation.” In: Schulz, M.(Ed.) - *Stuttgarter Projektergebnisse zum Thema technisch-naturwissenschaftliche Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche*. Universität Stuttgart
- Schuster, M. (2005) – “Neue Wege in Technik und Naturwissenschaften. Zum Berufsverhalten von Mädchen und jungen Frauen.” Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden Württemberg,
- Schwarzenbacher, B. (2011) – “Spice: Spicing up Science and Maths classes by exchanging practices with teachers from other countries.” European Schoolnet, Brussel

- Schweizerische Bundesrat (2012) – “Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation in den Jahren 2013–2016”
- Schweizerische Eidgenossenschaft (2010) – “Internationale Strategie der Schweiz im Bereich Bildung, Forschung und Innovation.”
- SeftonGreen, J. (2007) – “Youth, Technology, and Media Culture.” *Review of Research in Education*, 30, 279-306.
- Sels, L. (2008) – “Talent als grondstof voor Chemie, Kunststoffen en Life Sciences – Uitdagingen voor de arbeidsmarkt van morgen.” Steunpunt Werk en Sociale Economie, KU Leuven
- Seymour, E. & Hewitt, N. (1997) – “Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences.” Boulder, CO: Westview.
- Sikora, J. & Saha, L.J. (2009) – “Gender and professional career plans of high school students in comparative perspective.” *Educational Research and Evaluation*, 15 (4), 385-403.
- Sikora, J. & Pokropek, A. (2011) – “Gendered Career Expectations of Students: Perspectives from PISA 2006”, OECD Education Working Papers, No. 57, OECD Publishing.
- Silvia, P. (2008) – “Interest - the curious emotion.” *Current Directions in Psychological Science*, 17(1), 57-60.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2005) – “How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE.” *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 116.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010) – “The ROSE project. An overview and key findings.” University of Oslo
- Smet, P. (2011) – Vlaams Parlement. Antwoord op schriftelijke vraag nr 153 van 16 november 2011 van Ann Brussel
- Stark, R. & Gray, D. (1999) – “Gender preferences in learning science.” *International Journal of Science Education*, Volume 21, Number 6, 1 July 1999
- Stiftung HdKf (2009a) – “Jahresbericht 2009, Stiftung Haus der kleinen Forscher.” Berlin
- Stiftung HdKf (2009b) – “Philosophie, pädagogischer Ansatz und praktische Hinweise zur Umsetzung.” Berlin.
- Stiftung HdKf (2010) – “Jahresbericht 2010, Stiftung Haus der kleinen Forscher.” Berlin
- Sursock, A. & Smidt, H. (2010) – “Trends 2010: A decade of change in European higher education.” European University Association, Brussel.
- Taconis, R. & Kessels, U (2009) – “How choosing science depends on students’ individual fit to science culture.” *International Journal of Science Education*, 31 (8), 115-32.
- Tai, R.H. et al. (2006) – “Planning early for careers in science.” *Science*, 312, 1143–1144.
- Taoiseach (2006) – “Strategy for Science, Technology and Innovation. 2006-2013.”
- Teknikdelegationen (2010) – “Vändpunkt Sverige – ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT.”

- The Royal Society (2006) – “*Taking A Leading Role.*” London.
- Trice, A. & McCellan, N. (1993) – “*Do children’s career aspirations predict adult occupations? An answer from a secondary analysis of a longitudinal study.*” *Psychological Reports*, 72, 368-370.
- Tytler, R. et al. (2008) – “*Opening up pathways: Engagement in STEM across the Primary Secondary school transition. A review of the literature concerning supports and barriers to Science, Technology, Engineering and Mathematics engagement at Primary Secondary transition.*” Melbourne: Deakin University.
- UK Higher Education International Unit (2010) – “*International higher education in facts and figures, Summer 2010.*” London: International Unit.
- Ulm, V. et al. (2011) – “*Inquiry-based Mathematics Education for Gifted Children in Primary School.*” Fibonacci project. University of Augsburg.
- UNESCO (2010) – “*Engineering: Issues, challenges and opportunities for development.*”
- UNU-MERIT (2012) – “*Innovation scoreboard 2011. The Innovation Union’s performance scoreboard for Research and Innovation.*” Pro Inno Europe – Innometrics
- US National Academies (2007) – “*Rising above the gathering storm. Energizing and employing America for a brighter economic future.*” Washington, DC.
- Van Aerschot, M. et al. (2003) – “*Gezocht: ingenieur (m/v). Een onderzoek naar studiekeuze vanuit gender-perspectief.*” Steunpunt Gelijkekansenbeleid UA-LUC, 84 p
- Van Damme, J. (2011) – “*Zijn er succesvolle richtingen in het S.O., en andere? Een antwoord vanuit de aanvankelijke postsecundaire loopbaan.*” Presentatie studiedagen SSL Leuven, 24-25/02/2011
- Van den Berghe, W. (1986) – “*Engineering Manpower. A comparative study on the employment of graduate engineers in the Western world.*” *Studies in engineering education*, 10, UNESCO, Paris.
- Van den Berghe, W. (2006) – “*Meer techniek in algemene vorming!*” Koning Boudewijnstichting, Brussel.
- Van den Berghe, W. (2007) – “*De arbeidsmarkt in beweging. Trends op de arbeidsmarkt en in het HR-beleid.*” Federgon, Brussel
- Van den Berghe, W. (2008a) – “*Ruimte voor techniek en wetenschap.*” Rapport van het Forum Ruimtevaart en Onderwijs. Koning Boudewijnstichting, Brussel.
- Van den Berghe, W. (2008b) – “*Vijf jaar Accent op Talent. Een eerste balans.*” Koning Boudewijnstichting, Brussel.
- Van den Broek, A. et al. (2010) – “*Technomonitor 2010.*” Platform Bèta Techniek, Den Haag
- Van Langen, A. & Dekkers, H. (2005) – “*Cross-national differences in participating in tertiary science, technology, engineering and mathematics education.*” *Comparative Education*, 41 (3), 329-350.

- Van Langen, A. et al. (2006) – “*Sex-related Differences in the Determinants and Process of Science and Mathematics Choice in Pre-university Education.*” *International Journal of Science Education*, 28(1), pp. 71-94.
- Van Langen, A. et al. (2006) – “*Sex-related differences in the determinants and process of science and mathematics choice in pre-university education.*” *International Journal of Science Education*, 28, 71-94.
- Van Trier, W. (2011) – “*Maken Vlaamse jongeren de overgang van school naar werk met succes? En welke aspecten vergen speciale aandacht van het beleid?*” Presentatie studiedagen SSL Leuven, 24-25/02/2011
- Van Vonderen, M. & Dijkstra, L. (1987) – “*Women study technology: goals and restrictions.*” *International Journal of Science Education*, 9 (3) 343-9.
- VDAB (2011) – “*Analyse vacatures 2010. Knelpuntberoepen.*” VDAB, Brussel
- VDAB (2012a) – “*VDAB ontcijfert nr 27.*” VDAB, Brussel
- VDAB (2012b) – “*VDAB ontcijfert nr 28.*” VDAB Brussel
- VDAB (2012c) – “*Analyse vacatures 2011. Knelpuntberoepen Kansenberoepen.*” VDAB, Brussel
- VDE (2008) – “*Faszination Elektro- und Informationstechnik -Informationen über Studium und Beruf.*” VDE: Frankfurt am Main
- VDE (2010) – “*Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik/Informationstechnik. Trends.*” VDE- Ingenieurstudie. Offenbach/Frankfurt am Main. VDE Verlag.
- VDI (2007) – “*Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und wirtschaftliche Konsequenzen.*” Studie erstellt vom Institut der Deutschen Wirtschaft im Auftrag des VDI. Düsseldorf. VDI-Verlag.
- VDI (2011) – “*Ingenieurstudie Deutschland: Ergebnisbericht.*” Düsseldorf. VDI Verlag.
- Verbik, L. & Lasanowski, V. (2007) – “*International student mobility: Patterns and trends.*” London: The Observatory on Borderless Higher Education.
- Verhaest, D. et al. (2011) – “*Overscholing: een tijdelijk of permanent probleem?*” Presentatie studiedagen SSL Leuven, 24-25/02/2011
- Verschaffel, L. et al. (1998) – “*Leren oplossen van wiskundige contextproblemen in de bovenbouw van de basisschool.*” *Studia Paedagogica*, 22. Leuven: Leuven Universitaire Pers.
- Vince, J. et al. (2011) – “*Représentations des enseignants sur leur discipline, les démarches d’investigation, et quelques concepts clés: expliciter pour mieux interagir.*” Paper presented at the congrès de l’Union des professeurs de physique et chimie, Montpellier.
- Vlaamse Overheid (2004) – “*Vlaanderen in TIMSS 2003*”
- Vlaamse Overheid (2012) – “*Actieplan voor het stimuleren van loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek*”
- Vlaamse Regering (2010) – “*Een Nieuw Industrieel Beleid voor Vlaanderen.*” Groenboek

- Volkerink, M. & Berkhout, E. (2010) – “SEO Economisch Onderzoek 2010.” SEO
- VRWB (1997) – “Advies betreffende de problematiek rond rekrutering van wetenschappers in het algemeen en ingenieurs in het bijzonder.” VRWB-Advies 50
- VRWB (2007) – “Communicatie rond wetenschap, technologie en innovatie via de media.” VRWB-Aanbeveling 31
- VRWB (2008a) – “Portaalsite voor Communicatie over Wetenschap, Technologie en Innovatie.” VRWB-Aanbeveling 33
- VRWB (2008b) – “Onderwijs: kiem voor onderzoek en innovatie.” VRWB Studiereeks 21
- VRWB (2008c) – “Onderwijs: kiem voor onderzoek en innovatie.” VRWI-Advies 119
- VRWB (2009a) – “Beleidsnota Wetenschappelijk onderzoek en Innovatie.” VRWI-Advies 134
- VRWB (2009b) – “Duurzame Welvaart en Welzijn door Wetenschap en Innovatie.” VRWI-Memorandum 2009-2014
- VRWI (2011a) – “Meer aandacht voor wetenschap en innovatie bij de publieke omroep.” VRWI-Advies 146
- VRWI (2011b) – “Hervorming secundair onderwijs.” VRWI-Advies 151
- VRWI (2011c) – “Naar een integraal beleid voor wetenschappelijke en technische knelpuntruichten.” VRWI-Advies 155
- Walls, R.T. (2000) – “Vocational cognition: Accuracy of 3rd, 6th, 9th, and 12th-Grade students.” *Journal of Vocational Behaviour*, 56, 137-144.
- Wang, J., & Staver, J. R. (2001) – “Examining relationships between factors of science education and student career aspirations.” *Journal of Educational Research*, 94(5), 312-319.
- Warrington, M. & Younger, M. (2003) – “‘We decided to give it a twirl’: Single-sex Teaching in English Comprehensive Schools.” *Gender and Education*, 15 (4) 339-50.
- Weinburgh, M. (1995) – “Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991.” *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387-398.
- Wickman, P. O. (2007) – “NTA – A Swedish School Programme for Science and Technology.”
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000) – “Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation.” *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81.
- Wirth, C. (2010) – “Mangel an MINT-Fachkräften in der Schweiz. Ausmass und Ursachen des Fachkräftemangels in MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik).” Bericht des Bundesrates, Bern
- Wise C. (2002) – “Singularly Successful: A report on the teaching of science and technology in single sex classes in a co-educational school.” London: Women into Science and Engineering.

- Wistedt, I. (2001) – “Five gender-inclusive projects revisited. A follow-up study of the Swedish Government’s initiative to recruit more women to higher education in mathematics, science and technology.” Stockholm: Høgskoleverket.
- Wolfram, A. et al. (2007) – “Women Dropouts in Engineering Studies.” The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, Vol. 2. No 1. Melbourne.
- Young, D. (1994) – “Single-sex schools and physics achievement. Are girls really advantaged?” International Journal of Science Education, 16 (3) 315-25.
- YoungWorks (2010) – “Beta Mentality 2011-2016. Jongeren boeien voor bèta en techniek.” Platform Bèta Techniek, Den Haag
- Zeldin, A. & Pajares, F. (2000) – “Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific and technological careers.” American Educational Research Journal, 37, 215–246.
- Zeldin, A. et al. (2008) – “A comparative study of the self-efficacy beliefs of successful men and women in mathematics, science and technology careers.” Journal of Research in Science Teaching, 45(9), 1036–1058.
- Ziefle, M. & Jakobs E.-M.(2009) – “Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventions-zeitpunkte.” Heidelberg u. a.: Springer Verlag, 2009.
- Zion, M. et al. (2007) – “The spectrum of dynamic enquiry teaching processes.” Research in Science Education, 37, 423-447.
- Žoldošová, K. & Prokop, P. (2006) – “Education in the field influences children’s ideas and interest toward science.” Journal of Science Education and Technology, 15(3), 304–313.
- Zwick, M. & Renn, O. (2000) – “Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer.” Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg: Stuttgart
- Zwick, T. & Boockmann, B. (2004) – “Fachkräftemangel bei Ingenieuren.” VDI Nachrichten Studien. Düsseldorf.



# MEDEWERKERS AAN HET ONDERZOEK

## ONDERZOEKSTEAM

### **Hoofdonderzoekers en co-projectleiders:**

- Dirk De Martelaere, MAS (kwantitatieve analyses doorstroompatronen)
- Wouter Van den Berghe, Tilkon (kwalitatieve analyses, secundair onderzoek & interviews)

### **Andere medewerkers:**

- Dirk Buyens, MAS (kwantitatieve analyses)
- Joris Smet, MAS (kwantitatieve analyses)
- Yves Beernaert, Educonsult (kwalitatieve analyses & interviews)
- Nele Van den Berghe (taalverificatie)

### **Medewerkers aan het onderzoek vanuit de VDAB en het Ministerie van Onderwijs en Vorming:**

- Anton Derks (MOV)
- Dries Moorkens (MOV)
- Johan Vermeiren (MOV)
- Noël Vercruyssen (MOV)
- Andre Van Hauwermeiren (VDAB)
- Lindsey Marin (VDAB)

## LEDEN VAN DE STUURGROEP EN GECONTACTEERDE PERSONEN

### Leden van de stuurgroep

- Lode Wyns (voorzitter), VUB
- Anton Derks, Ministerie van Onderwijs en Vorming
- Roos Herpelinck, VLOR
- Danielle Krekels, Alprocor
- Jan Reynaert, Essenscia
- Jan Van Damme, KU Leuven
- André Van Hauwermeiren, VDAB
- Danielle Raspoet, VRWI
- Elie Ratinckx, VRWI

### Gecontacteerde personen

Buiten de leden van de stuurgroep en de vermelde medewerkers van de VDAB en het Ministerie van Onderwijs en Vorming, leverden een 70-tal personen op een of andere wijze een bijdrage tot het onderzoek. Het betreft hoofdzakelijk experts op gebied van STEM uit het buitenland. De volgende personen werden geïnterviewd of leverden nuttige informatie voor het onderzoek:

- Janet Ainley, University of Leicester
- Irina Andreitz, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
- Stefan Angermüller, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
- Yvonne Baker, Myscience and National Science Learning Centre, York
- Peter Baptist, Universität Bayreuth
- Gertraud Benke, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt



- 
- Gerd Bergman, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm
  - Sandra Bezjak, Agency for Science and Higher Education, Zagreb
  - Maria Vetleseter Bøe, University of Oslo
  - Peter Brabazon, Discover Science & Engineering National Programme, Dublin
  - Jennifer Burden, National STEM Centre UK, York
  - Gelu Calacea, Europese Commissie, Brussel
  - Petr Chalus, Czech National Agency for European Educational Programmes, Prague
  - Caroline Coleman, Greenwave, Discover Science & Engineering National Programme, Dublin
  - Sabine Daro, Haute Ecole Libre Mosane, Liège
  - Marc de Vries, Technische Universiteit Delft
  - Sheila Donegan, Waterford Institute of Technology
  - Đurđica Dragojević, Agency for Science and Higher Education, Zagreb
  - José Ignacio Fernández Vera, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid
  - Barbora Grecnerova, Czech National Agency for European Educational Programmes, Praag
  - Leo Gumpert, Swedish Ministry of Education, Stockholm
  - Louise Hayward, University of Glasgow
  - Ellen Karoline Henriksen, University of Oslo
  - Sylvia Hiller, Universität Stuttgart
  - John Holman, University of York
  - Caroline Hurren, National Science Learning Centre, York
  - Tina Jarvis, University of Leicester
  - David Jasmin, Fondation La main à la Pâte, Paris

- 
- Bengt Johansson, University of Göteborg
  - Per Kornhall, Skolverket, Stockholm
  - Konrad Krainer, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
  - Anita Lehtikainen, Finnish Ministry of Education, Helsinki
  - Pierre Léna, Académie des Sciences, Paris
  - Andrea Mapplebeck, National Science Learning Centre, York
  - Etienne Marclay, EPFL, Lausanne
  - Isabelle Martins, University of Aveiro
  - Melanie Mengel, “Haus der kleinen Forscher”, Berlin
  - Oliver Mooney, Higher Education Authority, Dublin
  - Ricardo Mugeis, Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Lissabon
  - Dieter Müller, TSB Technologiestiftung Berlin
  - Cliona Murphy, St. Patrick’s College, Dublin
  - Katarina Nemcikova, Czech Research Institute of Education
  - Ana Noronha, Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Lissabon
  - Rosario Oliveira, Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Lissabon
  - Andreas Paetz, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
  - Ana Luisa Paiva, Portuguese Ministry of Education, Lissabon
  - Pavel Pech, Faculty of education, University of South Bohemia, České Budějovice
  - Margriet Peeters, Platform Bèta Techniek, Den Haag
  - Uwe Pfenning, Universität Stuttgart
  - Ruben Plees, Vlaams Ministerie van Onderwijs en Vorming, Brussel

- Annika Pontén, Höskoleverket, Stockholm
- Dagmar Raab, Universität Bayreuth
- Mary Ratcliffe, National Science Learning Centre (NSLC), York
- Ortwin Renn, Universität Stuttgart
- Jim Ryder, University of Leeds
- Hannu Salmi, Heureka, Vantaa, Helsinki
- Libusa Samkova, University of South Bohemia, České Budějovice
- Frank Schweizer, Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, München
- Paula Serra, Portuguese Ministry of Education, Lissabon
- Sean Sherlock, Minister of State, Department of Enterprise, Jobs & Innovation and Department of Education & Skills, Dublin
- Thomas Sienz, Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, München
- Svein Sjøberg, University of Oslo
- Petra Skiebe-Carette, Freie Universität Berlin
- Mikaela Staaf, Swedish Ministry of Education, Stockholm
- Jan Peter Strømsheim, Norwegian Ministry of Education and Research, Oslo
- Silvia Studinger, Staatssekretariat für Bildung und Forschung, Basel
- Nathalie Terrades, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, Paris
- Volker Ulm, Universität Augsburg
- Kristien Vercoetere, VRWI, Brussel
- Paul Verschueren, Federgon, Brussel
- Jacob Vermeire, Vlerck Leuven Gent Management School, Gent
- Corina Wirth, Scimetrica en Staatssekretariat für Bildung und Forschung, Basel



# COLOFON

Uitgave van de Vlaamse Raad voor Wetenschap en Innovatie, november 2012

**D. Boogmans**, voorzitter

**D. Raspoet**, secretaris

Vlaamse Raad voor Wetenschap en Innovatie

Koloniënstraat 56

B-1000 Brussel

T +32 2 212 94 10

F +32 2 212 94 11

[info@vrwi.be](mailto:info@vrwi.be)

[www.vrwi.be](http://www.vrwi.be)

Depotnummer: D/2012/3241/347

ISBN: 9789040303340

EAN: 9789040303340

REEDS VERSCHENEN:

- Studiereeks 1:** Het ontwikkelen van een deflator voor O&O-uitgaven
- Studiereeks 2:** Wetenschappelijk Onderzoek: Tussen sturen en stuwen. Acta van het colloquium
- Studiereeks 3:** O&O-bestedingen van de Vlaamse Universiteiten
- Studiereeks 4:** Wetenschappelijk onderzoek en de genderproblematiek
- Studiereeks 5:** Biotechnologische uitvindingen, octrooien en informed consent
- Studiereeks 6:** Perspectieven uitgestroomde wetenschappers op de arbeidsmarkt
- Studiereeks 7:** De doctoraatsopleidingen aan de Vlaamse Universiteiten
- Studiereeks 8:** Het 'grote' begrotingsadvies. Wetenschaps- en technologisch innovatiebeleid 2002
- Studiereeks 9:** Wetenschappers: luxe of noodzaak?
- Studiereeks 10:** Samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven inzake onderzoek(sresultaten): intellectuele eigendomsrechten, conflicten en interfaces
- Studiereeks 11:** De chemische industrie in Vlaanderen
- Studiereeks 12:** De voedingsindustrie in Vlaanderen
- Studiereeks 13:** Wetenschap en innovatie in Vlaanderen 2004 - 2010. Voorstellen voor een strategisch beleid
- Studiereeks 14:** Vlaams wetenschappelijk onderzoek en Science sharing
- Studiereeks 15:** Doctoreren aan Vlaamse universiteiten (1991–2002)
- Studiereeks 16:** Samenwerking universiteiten, hogescholen, onderzoeksinstellingen, intermediairen en bedrijven

- 
- Studiereeks 17:** De Vlaamse deelname aan ruimte- en ruimtevaartonderzoek (1997–2003)
- Studiereeks 18:** Technologie en innovatie in Vlaanderen: Prioriteiten
- Studiereeks 19:** De Vlaamse deelname aan grote internationale onderzoeksinfrastructuur
- Studiereeks 20:** De uitbouw van het translationeel onderzoek
- Studiereeks 21:** Onderwijs: kiem voor onderzoek en innovatie
- Studiereeks 22:** Naar waarde geschat. Valorisatie van onderzoek in de humane en sociale wetenschappen
- Studiereeks 23:** Ambitious Entrepreneurship. A review of the state of the art
- Studiereeks 24:** The 1%-target for public expenditure on R&D. International Benchmark



VLAAMSE RAAD  
VOOR WETENSCHAP  
EN INNOVATIE

FLEMISH COUNCIL  
FOR SCIENCE  
AND INNOVATION

KOLONIËNSTRAAAT 56  
B-1000 BRUSSEL

T +32 2 212 94 10

F +32 2 212 94 11

INFO@VRWI.BE

WWW.VRWI.BE

D. BOOGMANS | VOORZITTER VRWI

D. RASPOET | SECRETARIS VRWI

