

Flexibilisering van de BACHELOR of SCIENCE in Nederland

rapport van de werkgroep Verbrede(n) Bachelors

15 augustus 2003

De stuurgroep Sectorplan Natuurwetenschappen heeft de werkgroep Verbrede(n) Bachelors ingesteld om te adviseren over een transparant en doelmatig aanbod van verbrede bacheloropleidingen voor de gehele sector natuurwetenschappen.

§ 1 Samenstelling, taakopdracht en werkwijze van de werkgroep Verbrede(n) bachelors

Samenstelling werkgroep

prof.dr. K. Duppen (RUG), voorzitter
ir. E. Vermeulen (UU)
prof.dr. S.E. Wendelaar Bonga (KUN)
prof.dr. A.W. Schram (UvA), tot de zomer
prof.dr. Ch.G. van de Weert (UvA)
prof.ir. K.Ch.A.M. Luyben (TUD)
prof.dr. Groenendaal (KUN),
prof.dr. J. Brouwer (ULei),
dr. R.D. van der Gaag (VU), secretaris

Taakopdracht

De werkgroep Verbrede(n) Bachelors komt met een inventarisatie van mogelijke uitwerkingsvormen en eindtermen voor verbrede bacheloropleidingen in de gehele sector natuurwetenschappen en een advies over de randvoorwaarden waarbinnen deze verbrede bacheloropleidingen kunnen worden ontwikkeld. In een tweede fase adviseert de werkgroep over de aansluiting per opleiding bij het masteraanbod.

Werkwijze

De werkgroep heeft in een aantal besprekingen de opdracht en de achterliggende problematiek verkend. Door deelname van Luyben (TUD) werd de inbreng van de technische universiteiten in de discussie gewaarborgd. Gaande het overleg heeft de werkgroep het element 'aantrekkelijkheid' toegevoegd omdat verbreden geen doel op zichzelf is maar ten dienste dient te staan van de vergroting van de aantrekkelijkheid van de huidige opleidingen.

De werkgroep heeft geconcludeerd dat een advies over één model voor verbreding momenteel niet vruchtbaar zal zijn. Er bestaat een scala van verschillende initiatieven in de richting van verbrede(n) bachelors in verschillende universiteiten die allemaal tot doel hebben om in de komende periode bij te dragen aan het verruimen van de keuzemogelijkheden voor de aanstaande student. Dit geldt voor alle universiteiten, de algemene zowel als de technische.

Door de deelname aan de werkgroep vanuit de technische universiteiten is een redelijk compleet beeld verkregen van deze initiatieven en is gebleken dat er op het punt van de visie op functie, inrichting en missie van de bacheloropleiding in de (technische) wiskunde en natuurwetenschappen een grote mate van overeenstemming bestaat.

Deze initiatieven dienen de mogelijkheid te krijgen om in de praktijk te worden uitgetest, waarbij uitgangspunt is dat van de verschillende ervaringen geleerd moet worden. De werkgroep zet op dit punt de eerste stap door de verschillende modellen, zoals die nu worden opgezet/aangeboden, te beschrijven en in een algemeen kader te plaatsen. Kernpunt in de redenering van de werkgroep is dat, welk model ook wordt gekozen, er steeds sprake dient te zijn van zoveel flexibiliteit in aanbod en organisatie van het onderwijs dat zowel studenten als de instelling kunnen inspelen op veranderende eisen vanuit wetenschap en samenleving.

Voor wat betreft de afstemming van de eindtermen van de verschillende bacheloropleidingen meent de werkgroep dat het Bachelor-Masterconvenant hierin – m.b.t. de natuurkunde, scheikunde en wiskunde – reeds voldoende voorziet; de werkgroep beperkt zich in dit rapport tot duiding van de missie voor de bacheloropleiding.

Voor nieuwe opleidingen gelden dringende voorwaarden m.b.t. vergelijkbaarheid. Deze moeten worden omschreven in termen van academische vaardigheden passend bij het bèta-karakter van de bacheloropleiding: modelleren, wiskundige technieken, analytische vaardigheden etc. gecombineerd met specifieke kennis op het domein van de opleiding.

§ 2 Inleiding

Nederland wil tot de kenniseconomische kopgroep van Europa behoren als een innovatief land met een omvangrijke kenniseconomie. Een belangrijke pijler onder de kenniseconomie is een kwalitatief en kwantitatief sterke bèta/technische R&D. Fundament hieronder is een voldoende instroom en doorstroom van jong talent in de opleidingen die hierop aansluiten. Op dit moment presteert Nederland, vergeleken met de buurlanden, op dit punt onder de maat. De Europese Raad van Ministers heeft voor alle EU-landen het ambitieniveau voor 2010 neergelegd: in dat jaar moet er een stijging per land zijn gerealiseerd van 15% in de uitstroom van bèta/technisch opgeleide jongeren.

Het nieuwe kabinet onderkent het probleem door in het hoofdlijnenakkoord te stellen dat onorthodoxe oplossingen nodig zijn. De sector bèta en techniek heeft problemen: de natuurwetenschappelijke en technische opleidingen kampen al jaren met een verminderende belangstelling van scholieren. Bovendien is het noodzakelijk uitval te verminderen en de rendementen van de opleidingen te verhogen. Heeft de sector een imago probleem, zijn andere sectoren interessanter (minder theoretisch en/of minder moeilijk), biedt de sector bèta en techniek minder aantrekkelijke beroepsmogelijkheden?

Het probleem kan en wordt vanuit verschillende invalshoeken bekeken, zoals bijvoorbeeld:

- de zorg om de tekorten aan afgestudeerden in bepaalde delen van de sector;
- de roep om economische doelmatigheid in het wo: hoge uitstroom voor lage kosten;
- de vraag om aanpassing van het educatieve systeem aan de eisen van de markt.

Als antwoord op de verminderde belangstelling van scholieren werd door de universiteiten het aantal opleidingen uitgebreid: naast de traditionele opleidingen als scheikunde, natuurkunde, wiskunde en biologie werden diverse multi- en interdisciplinaire opleidingen gestart. De

verschoven belangstelling van studenten, de verschoven behoeftes op de arbeidsmarkt voor afgestudeerden en de ontwikkelingen binnen het wetenschappelijk onderzoek maken dat er op dit moment sprake is van een (te?) breed spectrum van (bachelor én master) opleidingen in de (technische en biomedische) natuurwetenschappen, soms in combinatie met gammawetenschappen als econometrie en bedrijfskunde. Een nadeel van deze ontwikkelingen is dat studenten steeds vroeger worden gedwongen een specialisatie te kiezen. Op basis van wellicht niet geheel juiste overwegingen kunnen ze kiezen voor een richting die toch niet goed bij hen past en zijn ze als het ware verloren voor richtingen die het minder goed doen in de wervingscampagnes.

In dit verband is de invoering van het bachelor-mastermodel een stap in de goede richting. Door de cesuur tussen bachelor en master liggen er kansen voor studenten om belangrijke bijsturing te verrichten na de bacheloropleiding. Dit keuzemoment kan alleen maar goed benut worden als:

- de masteropleidingen niet onnodig 'eenkennig' zijn in hun instroomeisen cq –selectie;
- de bacheloropleidingen voldoende mogelijkheden bieden aan studenten om zich breed te oriënteren cq af te studeren, waardoor zij nog een ruim spectrum aan mogelijke masters tot hun beschikking hebben.

In het licht van het voorgaande heeft de werkgroep Verbrede(n) Bachelors niet alleen gekeken naar de mogelijke inrichtingsvormen voor verbrede bacheloropleidingen, maar ook naar voorbeelden van 'good practices' voor voorlichting en kennismaking over de sector t.b.v. aanstaande studenten. Ook doet de werkgroep aanbevelingen voor de instroom in de masterprogramma's.

In § 3 wordt de probleemstelling uiteengezet en een aantal rapporten besproken, waarin de problemen rond de instroom in (harde) bèta-disciplines worden beschreven en geanalyseerd. De werkgroep beschrijft in § 4 welke globale aanpak van instroom/doorstroom/uitstroom uit deze analyses afgeleid kan worden. In § 5 worden voorbeelden gegeven van maatregelen die de universiteiten reeds genomen hebben om de aantrekkelijkheid van de bètaopleidingen te verbeteren; tabel 1 inventariseert de activiteiten van de instellingen. In § 6 worden modellen voor de verbreding/flexibilisering van de bacheloropleidingen behandeld. Deze worden van kanttekeningen voorzien en er worden voorlopige conclusies getrokken. In § 7 worden enkele observaties en conclusies samengevat en in § 8 formuleert de werkgroep zijn advies aan de stuurgroep.

In bijlage 2 presenteert de werkgroep een overzicht van het huidige/voorgenomen aanbod van bacheloropleidingen. De gevraagde beschrijving van de aansluiting van de diverse bacheloropleidingen bij het masteraanbod kan pas worden gegeven als het landelijke masteraanbod verder is uitgekristalliseerd.

§ 3 Instroom in de universitaire bètaopleidingen

Sinds het begin van de jaren negentig is in diverse onderzoeken aandacht besteed aan de vermeende instroomdaling bij bèta- en techniekopleidingen. In 1997 is door de Commissie Toekomst Natuur- en Technische Wetenschappen een afnemende belangstelling van studenten voor de technische opleidingen geconstateerd. De AWT concludeerde in 1997 dat de interesse voor bètaopleidingen in absolute zin niet is gedaald (wel t.o.v. de totale instroom in het wo), maar dat de vermeende daling wordt veroorzaakt door o.a. een stijging van wo-

deelname van vrouwen, die evenwel minder voor techniek kiezen. Daarnaast constateerde de AWT verschuivingen binnen het bètadomein (van theorie naar praktijk; van natuur naar techniek). Samengevat rapporteerde de AWT de volgende trends:

- de toename van de instroom in het wo wordt vooral veroorzaakt door een toenemende participatie van vrouwen;
- vrouwen kiezen minder natuur en techniek;
- de relatieve afname bij bètaopleidingen kan gezien worden als een gevolg van dit keuzegedrag van vrouwen;
- binnen de sector natuur zijn de problemen groter dan binnen de sector techniek;
- er heeft een verschuiving plaatsgevonden van theorie- naar praktijkgerichtheid.

Uit onderzoek kwam naar voren dat de omvang van de instroom ondermeer samenhangt met demografische ontwikkelingen, de hoogte van het collegegeld, studiefinanciering en de economische situatie. Wat de verklaring ook moge zijn, aan de vraagkant wordt onverminderd melding gemaakt van een schrijnend tekort op de arbeidsmarkt aan afgestudeerden in de klassieke bètaopleidingen. De Commissie Toekomst Natuur- en Technische Wetenschappen van de AWT (1997) geeft zelfs aan dat er in het beroepenveld tweemaal zoveel behoefte is aan technici dan er op dat moment beschikbaar waren. Er zijn hierover echter geen harde getalsmatige gegevens beschikbaar.

In 2002 verscheen het rapport *Wisselstroom* van het IOWO, dat een analyse bevatte van de bèta-instroom in het wetenschappelijk onderwijs in de periode 1980 – 2000. In dit rapport wordt het onderzochte tijdvak onderscheiden in 3 perioden: 1980-1987, 1987-1996 en 1997-2000. Voor het onderscheid tussen ‘harde’ en ‘zachte’ bètaopleidingen hanteert het IOWO de volgende definities:

Bètaopleidingen: tenminste één van de volgende middelbare schoolvakken is vereist: biologie, natuurkunde, scheikunde, wiskunde A/II of wiskunde B/I.

Harde bètaopleidingen zijn gedefinieerd als opleidingen waarvoor tenminste wiskunde B/I is vereist. De overige opleidingen worden *Zachte* opleidingen genoemd.

Het IOWO constateert voor de periode 1997-2000 de volgende tendensen:

- de instroom in het gehele wo neemt beduidend toe; de toename van vrouwen is in deze periode groter dan die van mannen;
- de instroom in het totaal van bètaopleidingen stijgt; de deelname van vrouwen blijft in absolute zin achter bij die van mannen; de fluctuatie bij de mannen is groter;
- de instroom in de *zachte* bètaopleidingen vertoont een lichte afname bij mannen, terwijl de instroom van vrouwen de toename van vrouwen op de wo-markt volgt;
- na een sterke daling van de instroom in de *harde* bètaopleidingen in de voorafgaande periode, neemt de instroom in de periode 1997-2000 weer wat toe (enig herstel, geen terugkeer naar het niveau van de instroom in 1987/88); de instroom van vrouwen blijft relatief laag;
- na correctie voor demografische en maatschappelijke ontwikkelingen blijft de instroom in de *harde* bètaopleidingen na 1997 achter bij de instroom in het gehele wo.

Onderzoek naar de motieven om af te zien van een bètaopleiding onder studenten die geen WO-opleiding natuur of techniek hebben gekozen, hoewel ze daartoe wél toegang hadden, geeft als belangrijkste redenen aan:

- andere opleidingen zijn interessanter dan bètaopleidingen;
- andere opleidingen zijn minder theoretisch en minder moeilijk dan bètaopleidingen;
- de beroepsmogelijkheden voor bètaopleidingen zijn niet aantrekkelijk (imagoproblemen van opleidingen en beroepen).

In het in 2003 verschenen rapport *Techniek in de peiling* van AXIS wordt voor de jaren 2000 en 2001 geconstateerd dat toch nog weer een (lichte) achteruitgang in de instroom optreedt. Dit rapport signaleert bovendien de volgende ontwikkelingen:

- er treedt in het vwo een verschuiving op in de profielkeuze van NT naar NG, terwijl de totale keuze voor NT+NG afneemt; deze daling zal in de komende jaren naijlen in de keuze voor bèta/technische vervolgstudies én als er niets wordt gedaan blijven de instroomcijfers onder druk staan;
- een fors deel van de vwo-leerlingen met een bèta/techniekprofiel kiest niet voor een bèta/technische vervolgopleiding in het wo (de instroom in bèta/techniek houdt de groei in het wo niet bij).

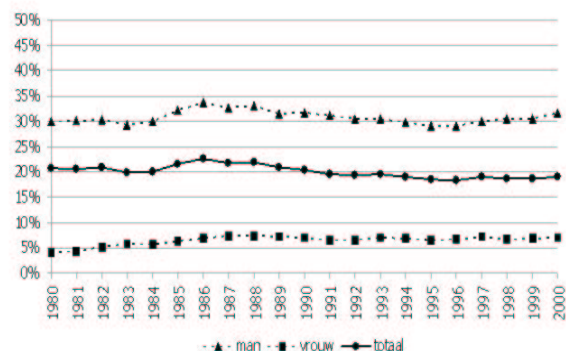
Over de behoefte aan de vraagkant naar *harde* bèta's zijn geen concrete getalsmatige gegevens beschikbaar. De lage instroom in de harde bèta- en techniekopleidingen in de laatste jaren betekent dat op termijn de uitstroom navenant zal afnemen en dat nog minder aan de behoefte zal kunnen worden voldaan.

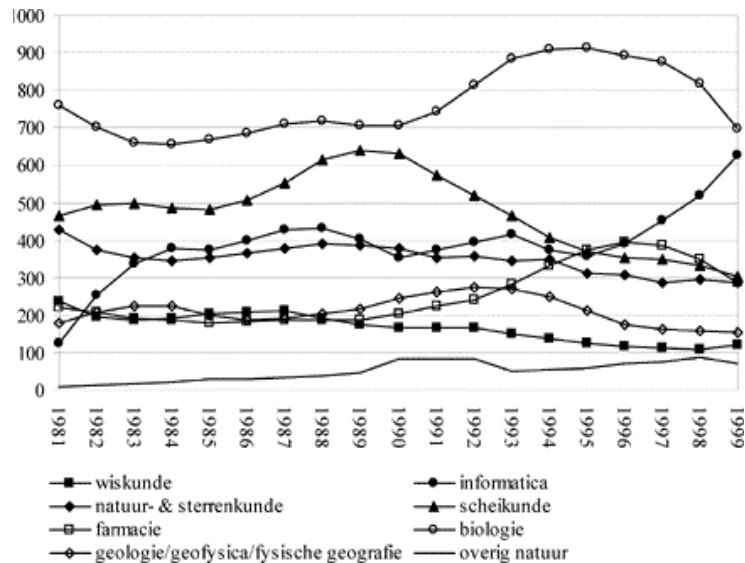
De werkgroep concludeert dat de situatie m.b.t. de instroom in de (met name harde) bètaopleidingen blijvend zorgelijk is en dat oplossingen op verschillende niveaus gezocht moeten worden. De uitkomsten van de onderzoeken vragen een antwoord van de universiteiten, maar ook van het middelbaar onderwijs en het afnemend veld. Het is hierbij goed te bedenken dat de problemen zich vooral in zeer bepaalde disciplines voordoen. Dit betreft met name een aantal klassieke, monodisciplinaire opleidingen zoals wiskunde, scheikunde en natuurkunde. Zoals in onderstaande figuren van het IOWO te zien is, zijn de verschuivingen van de instroom voor een totale sector als "bèta" of "bèta-hard" over een tijdperiode van 20 jaar maar heel beperkt, als fractie van de totale instroom in het wo. Hierbij zijn de brede definities van de sector gebruikt zoals weergegeven op de vorige blz. De meest dramatische fluctuaties in studentenaantallen vinden plaats in individuele opleidingen zoals Natuurkunde, Scheikunde en Wiskunde.

% bèta t.o.v. totale instroom



% bèta-hard t.o.v. totale instroom





Instroom per opleiding aan de algemene universiteiten. Na een topinstroom in 1989 neemt de instroom in de Natuurkunde, Scheikunde en Wiskunde sterk af: Scheikunde van ruim 600 naar ongeveer 300 in 1999; Natuurkunde van ruim 400 naar 300 in 1999 en Wiskunde van 200 naar minder dan 150 in 1999. Na 1999 is de instroom nog verder gedaald: in 2002 was de instroom (peildatum 30 augustus 2002): Scheikunde – 188, Natuurkunde – 284 en Wiskunde – 104 (Bachelor-Masterconvenant 2002)

§ 4 Globale aanpak voor het traject van vwo naar afnemend veld

Hoe dienen de verschillende betrokken instanties met de bèta- en techniek problematiek om te gaan? In deze paragraaf zullen we het traject vwo – wo – afnemend veld kort langslopen, om ons in de volgende paragrafen te beperken tot die aspecten die rechtstreeks met de bacheloropleidingen te maken hebben.

VWO:

In het vwo dient blijvend aandacht uit te gaan naar stimulering van bèta en techniek. In 2002 is het aandeel leerlingen in het vwo met een bèta vakkenpakket redelijk op peil gebleven. Het aantal eindexamenkandidaten met een exact profiel (NT en NG) was dit jaar 42%, waarbij 15% gekozen had voor NT en 27% voor NG (bron: HOP, onderwijsinspectie). Uit de vooraanmeldingen bij de universiteiten blijkt dat de toekomstige studenten nog steeds in meerderheid kiezen voor de nieuwere, multidisciplinaire opleidingen. Dit betekent dat de problemen in sommige harde bèta-disciplines onverminderd voortduren. Het vwo moet zorgdragen voor een voldoende pool aan potentiële studenten voor de *harde* bètaopleidingen (60% van de leerlingen met een NT-profiel kiest voor een *harde* WO-bètaopleiding). De nog traditionele verdeling van de vakken op het vwo zorgt voor een onjuiste beeldvorming over de sector, die niet overeenkomt met de (universitaire) werkelijkheid. Het afbouwen van het aandeel natuurkunde, scheikunde of wiskunde in de profielen NT en NG van het vwo dient dan ook ten stelligste ontraden te worden. In het vwo is inhoudelijke vernieuwing en afstemming met het wo nodig, waarbij meer gebruik gemaakt kan worden van de samenwerkingsprojecten vwo-wo die intussen in heel Nederland goed van de grond komen (zie § 5).

De aanbevelingen uit het recent verschenen KNAW-advies *Ontwikkeling van talent in de tweede fase* bieden goede handvatten:

- didactische vernieuwing: onderscheid tussen duurzame kernconcepten cq kernvaardigheden en wisselende theoretische en praktische contexten;
- meer ruimte voor differentiatie tussen leerlingen (inspelen op specifieke begaafdheden);
- NT en NG op het vwo stimuleren; tevens stimuleren van het vervolgonderwijs in de exacte vakken.

WO:

Het wo kan bijdragen aan de ontwikkelingen in het vwo door de opleiding van vwo-docenten, door de activiteiten op het vwo te faciliteren en te ondersteunen, en door de aantrekkelijkheid van de opleidingen helder naar voren te brengen. Aandachtpunten hierbij zijn:

- imagoverbetering van de hele sector;
- verbetering van de voorlichting over de bètasector;
- bijdragen aan de actualisering en vernieuwing van de inhoud van het onderwijs;
- vakinhoudelijke samenwerking in onderwijsprojecten waarbij zowel leraren als leerlingen betrokken zijn;
- vrouwen in het vwo kennis laten maken met het bètadomein;
- in het vwo loopbaanoriëntatie en –begeleiding waarbij een aantrekkelijk perspectief wordt geschetst;
- stimulering van bèta-belangstelling bij allochtonen;
- reparatiemogelijkheden voor spijtoptanten in het vwo-wo aansluitingstraject.

De belangrijkste bijdrage die vanuit het wo gegeven kan worden is de wo-opleidingen zo inrichten dat ze qua vorm en inhoud aansprekend zijn voor de vwo-leerlingen, met behoud van (inter-)disciplinaire diepgang. Hierbij nu, speelt het verbreden van de bacheloropleidingen een rol. Belangrijke elementen hierbij zijn:

- verbeteren inhoudelijke aansluiting vwo-wo;
- een breed aantrekkelijk aanbod;
- uitstel van specialisatie.

De trend dat studenten tegenwoordig veelal voor interdisciplinaire opleidingen kiezen, kan niet eenvoudig worden afgedaan als een modieuze tendens die wel voorbij zal gaan, zodat de klassieke harde bètaopleidingen zich op termijn wel weer zullen herstellen. Ze reflecteert wezenlijke veranderingen in de belangstelling van jonge mensen die een (mono)discipline te smal vinden. Ze wordt mede bepaald door sociologisch/economische factoren en door veranderingen in de samenstelling van het beroepenveld en de eisen die de beroepsuitoefening stelt. Zowel in het onderzoek van de (harde) bèta-disciplines als ook in de maatschappelijke en industriële beroepspraktijk is dezelfde verschuiving naar multidisciplinariteit waar te nemen, zowel in de aard van de beroepen en functies afzonderlijk als in de noodzakelijke samenwerking tussen werknemers met verschillende disciplinaire achtergronden. Overigens weerspreken industriële zegslieden soms deze stelling: zij betogen dan dat de universiteiten studenten zodanig dienen op te leiden dat zij een grondige monodisciplinaire basis combineren met voldoende zicht op de aanpalende disciplines, zodanig dat zij effectief kunnen werken in multidisciplinaire teams.

Bovenstaande ontwikkelingen betekenen dat een breed palet aan mastersprogramma's aangeboden dient te worden. Een landelijke herschikking van masteropleidingen, gebaseerd op de onderzoekszwaartepunten van de verschillende universiteiten ligt voor de hand, maar

het is belangrijk om ook de maatschappelijk georiënteerde programma's stevig te positioneren. Met name de M- (maatschappelijke) en C/E- (communicatie en educatie) afstudeervarianten van de (harde) bètaopleidingen dienen een integraal deel uit te maken van het masteropleidingenaanbod van alle instellingen. Elementen die bij de inrichting van de master opleidingen een rol spelen zijn:

- goede flexibele aansluiting bachelor-master;
- landelijk gedifferentieerd aanbod gebaseerd op kwaliteitsoverwegingen;
- aandacht voor professionele vaardigheden, communicatie, teamwork;
- ervaring met de beroepspraktijk (externe stages).

Een breed landelijk palet van zowel specialistische als niet-specialistische masteropleidingen betekent dat juist in de bachelorfase ruimte moet zijn voor een scala aan combinatiemogelijkheden met veel aandacht voor academische vorming en vaardigheid, zodat in deze fase het fundament wordt gelegd voor een breed georiënteerde beta/technische beroepsbeoefenaar.

Afnemend veld:

Het bedrijfsleven dient belangrijke bijdragen te leveren aan de imagoverbetering van de (harde) bèta-disciplines. Samenwerkingsprojecten bedrijfsleven-vwo en bedrijfsleven-wo kunnen hiertoe bijdragen. Ook statusverhogende maatregelen zoals verbetering van de aanvangssalarissen kunnen als signaal belangrijke uitwerking hebben. Daarnaast dient het bedrijfsleven te beseffen dat hun behoefte aan "klassieke" (harde) bèta-afgestudeerden voor een groot deel afgedekt wordt door de uitstroom van de nieuwere, interdisciplinaire opleidingen. Het veld is op dit moment nog te veel van mening dat de nieuwe opleidingen niet voldoen aan de behoefte aan klassiek opgeleide bèta's. Eventuele reële of vermeende lacunes in kennis of vaardigheden t.o.v. de klassieke afstudeerrichtingen kunnen door gerichte post-doctorale cursussen gerepareerd te worden. De cultuurverandering die "een leven lang leren" kennismaatschappij met zich mee brengt, heeft zich met name in de bèta- en techniek sectoren van de maatschappij nog niet voldoende voltrokken. Een belangrijke bijdrage van het bedrijfsleven aan het oplossen van het probleem van de verwachte personeelstekorten in de (harde) bèta-disciplines ligt dan ook in het actief participeren en stimuleren van post-doctorale (bij)scholing.

De werkgroep is van mening dat in de afgelopen periode op veel (maar niet alle) bovengenoemde terreinen veelbelovende activiteiten zijn gestart. Echter, *vooralsnog* zijn geen grote effecten op de instroom waar te nemen. De werkgroep wil in deze fase geen dwingend voorschrift geven voor één of meer potentiële opties die nadrukkelijk bedoeld zijn om te vernieuwen; vóór alles meent de werkgroep dat nu moet worden bereikt dat het vwo, het wo en het bedrijfsleven de genomen initiatieven met kracht voortzetten, en zo mogelijk uitbreiden. Daarbij past het niet om pas ingezette bewegingen weer te willen veranderen. Primaire doelstelling is een vergroting van de aantrekkelijkheid van (harde) bètaopleidingen voor potentiële studenten.

§ 5 aantrekkelijkheid van bètaopleidingen voor scholieren: 'good practice'

De achterblijvende instroom in de bètaopleidingen heeft bij de meeste instellingen/faculteiten geleid tot activiteiten om de aantrekkelijkheid van opleidingen in de sector te verhogen. Van de klassieke (papieren) informatieverspreiding is het accent verschoven naar actief contact met scholieren die bezig zijn hun keuzes te bepalen. Men probeert de belangstelling bij scholieren te wekken voor het brede terrein van de natuurwetenschappen door inzicht te

geven in de moderne ontwikkelingen binnen de sector en door de fascinatie voor het vakgebied over te brengen. Tot het brede palet dat bij de verschillende instellingen tot ontwikkeling is gekomen behoren: onderzoek naar het keuzegedrag van scholieren, het opzoeken van de scholieren in de scholen, het uitnodigen van scholieren in de praktijk van de universiteit, ondersteunen van scholieren bij werkstukken, deelname aan speciaal voor scholen opgezet onderzoek etc.

Een tweede categorie van activiteiten richt zich op het verbeteren van de overgang van het vwo naar het wo, enerzijds door – in samenwerking met de scholen – bij te dragen aan de ontwikkeling van het onderwijs (nieuw lesmateriaal) in de scholen en anderzijds door innovatie in de onderwijsprogramma's van wo-opleidingen o.a. gericht op het opheffen van struikelblokken. Actievere begeleiding van beginnende studenten krijgt meer aandacht. Innovatie in het onderwijs strekt zich uit van het ontwikkelen van aansluitingsmodules voor bijvoorbeeld de wiskunde, veranderingen in de onderwijsorganisatie (bevorderen van oriëntatie en uitstel van definitieve keuzes – zie hieronder), introductie van nieuwe werkvormen en het bieden van nieuwe studierichtingen.

In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van activiteiten die de instellingen op dit moment hebben ontwikkeld; er wordt een onderverdeling gemaakt in voorlichtingsactiviteiten, activiteiten in scholen en binnen de universiteit en activiteiten gericht op het verbeteren van de aansluiting vwo-wo.

Het effect van de verschillende inspanningen afzonderlijk is moeilijk te bepalen, maar laat zien dat een weldoordachte, samenhangende, strategie succes heeft. Zo neemt bijvoorbeeld de instroom in de natuurwetenschappelijke opleidingen in Nijmegen (tegen de trend in) toe. Onderdelen van de Nijmeegse benadering zijn; vroeg benaderen van scholieren (start in 4-vwo), veel contact van universitaire medewerkers met scholieren in de school (scholennetwerk) en op de universiteit, modern voorlichtingsmateriaal, een tutorstelsel waarbij vwo-docenten zijn betrokken, en actieve coaching van studenten. Daarnaast werden het opleidingsaanbod, de programmering en de didactiek aangepast. De neerwaartse spiraal is hiermee doorbroken; vanaf het studiejaar 99/00 is er een duidelijke stijging van het aantal eerstejaarsstudenten. De vooraanmeldingscijfers voor het studiejaar 03/04 lijken deze opgaande lijn te bevestigen.

Zoals uit de bijlage blijkt hebben alle instellingen m.b.t. PR, studentenwerving en aansluiting vwo-wo een scala van activiteiten ontplooid. Deze inspanningen dienen met kracht te worden voortgezet, waarbij overheid en bedrijfsleven belangrijke steun kunnen betekenen.

§ 6 verbreding/flexibilisering van de bacheloropleiding

Uit de KUN-evaluatie van de maatregelen ter verhoging van de instroom in 2003 (*B for you*) valt op dat beginnende studenten de voorkeur geven aan een beroepsgericht profiel boven een onderzoeksprofiel en dat studenten sterk hechten aan onderwijs op maat: persoonlijk onderwijs en persoonlijke begeleiding. De condities voor aantrekkelijker bètaonderwijs lijken te verbeteren, wanneer toegepaste kennis en studentgericht onderwijs een belangrijke plaats krijgen in de planning en inrichting van het universitaire onderwijs.

Met flexibilisering /verbreding van de bacheloropleidingen wordt in dit rapport – analoog aan de tussenrapportage van de stuurgroep Sectorplan Wetenschap en Technologie – bedoeld de bacheloropleiding zo in te richten dat deze de student ruimte biedt om invulling te geven aan

de (individuele) leervraag én doorstroommogelijkheden naar masteropleidingen of de arbeidsmarkt. Daarbij gelden de volgende doelstellingen (missie) voor de bachelorfase:

- academische vorming;
- verdieping van een specifieke (inter/multi)disciplinaire interesse;
- voorbereiding van de keuze voor een verdere (studie)loopbaan.

Verbreiding van de inhoud van de opleidingen

Voor verbreding van de opleidingen zijn tot dusver verschillende benaderingswijzen te onderscheiden, die variëren van versterking van de academische context tot een totale herstructurering van het curriculum. Ook zijn, zoals al eerder gememoreerd, nogal wat nieuwe inter/multidisciplinaire opleidingstrajecten gestart. Er zijn vele namen in gebruik voor de verschillende curriculummodellen, die soms slechts in detail van elkaar verschillen. De werkgroep is van mening dat er grosso modo drie curriculummodellen van verbreding te onderscheiden zijn:

- *bamboebosmodel*: (inter-)disciplinaire studiepaden als trajecten binnen een breder gedefinieerde opleiding;
- *waaiermodel*: aanvankelijke disciplinaire instroom (major), met verbreding gedurende het bachelortraject in de keuzeruimte, waaronder een minor;
- *zandlopermodel*: breed interdisciplinair beginnen met toenemende disciplinair gerichte elementen (gedifferentieerde uitstroom).

In het *bamboebosmodel* worden steeds nieuwe studiepaden samengesteld uit nieuwe elementen, aangevuld met een combinatie en integratie van elementen uit bestaande cursussen (ook uit verschillende disciplines). Aanstaaende studenten kiezen bij aanvang voor één van deze studiepaden en blijven in principe bij deze keuze. Op deze wijze kunnen ook studiepaden van combinaties van verschillende disciplines gemaakt worden. Hierbij is te denken aan richtingen als biofysica, biogeologie, medisch/technische informatica, maar ook combinaties van bètadisciplines met gammadisciplines kunnen gemaakt worden zoals bijvoorbeeld psychobiologie of bedrijfswiskunde. Dit model stelt de instellingen in staat flexibel in te spelen op nieuwe trends in de belangstelling van studenten en van trends in de wetenschap. Het bamboebosmodel vertoont een dynamisch patroon: studiepaden kunnen komen en gaan. De ervaring heeft geleerd dat een dergelijke aanpak aantrekkelijk is voor aanstaande studenten en met name diegenen aanspreekt die een meerzijdige belangstelling hebben. Het aanbod aan studenten is concreet en inhoudelijk, hetgeen een goede beeldvorming vooraf van de studie uiteraard sterk bevordert.

Een gevaar van het bamboebosmodel is dat het studiepadi te smal wordt opgezet. De echte specialisatie hoort immers in de masterfase thuis en niet in de bachelorfase. Aangetekend moet ook worden dat indien dergelijke studiepaden aangemeld worden als nieuwe opleidingen in de zin der wet, er in feite sprake is van een versmalling in plaats van een verbreding van de bacheloropleiding.

Het *waaiermodel* vraagt van alle studenten bij aanvang van de bacheloropleiding een keuze voor een bepaalde major (veelal overeenkomend met de traditionele indeling der disciplines, maar niet noodzakelijk) van een bepaalde - beperkte - omvang, maar garandeert daarnaast voldoende keuzeruimte om over de grenzen van de (sub)discipline heen te kijken (bijv. in de vorm van een minor). Dit model staat de student toe om (binnen grenzen) zijn eigen weg te vinden en een combinatie van vakken of cursussen te volgen die bij zijn of haar specifieke belangstelling past, zonder dat de noodzakelijke (disciplinaire) verdieping uitblijft. Het model dwingt aanstaande studenten tot een keuze vooraf maar de student kan, onder bepaalde

condities, ook overstappen naar andere majors zonder veel tijdverlies op te lopen. Aansluiting bij masteropleidingen kan niet alleen in de richting van de major plaatsvinden, maar in een aantal gevallen ook in de richting van de minor.

In het waaiermodel is het in principe mogelijk dat studenten in de keuzeruimte nadere verdieping te zoeken binnen het domein van de gekozen major. Dan treedt in feite versmalling op. Voorkomen moet worden dat de docenten van de major een dergelijke keuze aanmoedigen. Als de keuzeruimte aan de studenten pas in latere jaren van de opleiding ter beschikking komt, en als de onderwijsorganisatie geheel langs de lijnen van de majors is opgezet, is het de vraag of studenten wel een zodanig brede oriëntatie meekrijgen dat zij werkelijk van de geboden ruimte gebruik zullen gaan maken. Zoals al eerder betoogd is in de latere beroepspraktijk, zowel maatschappelijk als wetenschappelijk, een toenemende behoefte aan interdisciplinaire vaardigheden waarneembaar.

In het *zandlopermodel* wordt het keuzemoment voor de definitieve specialisatie (major) uitgesteld. Studenten volgen aanvankelijk allen een min of meer vast breed programma en kiezen pas later in de opleiding een specialisatie. Door in de beginfase voldoende oriëntatie mogelijkheden aan te bieden wordt deze keuze ondersteund. Het model is aantrekkelijk voor aanstaande studenten die liever niet vooraf willen kiezen, maar hun keuze willen laten afhangen van de opgedane leerervaringen op de universiteit. Het is daarom bijvoorbeeld bij uitstek een model dat geschikt is voor 'late roepingen', of voor (her)bezinning op de keuze voor een beroeps- of onderzoeksgericht profiel of op de keuze voor natuur of techniek. Ook dit model staat de student toe om (binnen grenzen) gaandeweg zijn studie zijn eigen weg te vinden. Dit betreft zowel vakinhoud als ambitieniveau qua research/(maatschappelijke) relevantie etc.

Voor studenten die wel een gearticuleerde belangstelling hebben, kan het zandlopermodel tot resultaat hebben dat zij zich in de eerste periode geremd voelen: 'waarom moet ik al die zaken leren waar ik straks toch niet verder in wil?'. Met andere woorden: hier kan verbreding ten koste gaan van diepgang.

Naast verbreding en flexibilisering die de drie modellen bieden, dient in *elk* model de verbreding ook te worden gerealiseerd door aandacht te geven aan vakken met een sterk academisch karakter, waarmee de inhoud van de bacheloropleiding in een bredere academische context wordt geplaatst (wetenschapsdynamica, wetenschapsfilosofie, interdisciplinariteit, communicatievaardigheden, groeps-/projectwerk e.a.)

Samenvattend kan gesteld worden dat alle drie de modellen potentieel de verbreding van de bacheloropleiding bewerkstelligen. Het hangt van de invulling en de condities af of hier in de praktijk ook sprake van is. Drie condities lijken hierbij cruciaal:

- een grote mate van flexibiliteit in aanbod en organisatie (logistiek) van het onderwijs;
- voldoende ruimte en aandacht voor academische context en academische vaardigheden, passend bij het bèta-profiel van de opleiding;
- verantwoordelijkheid voor de organisatie van het onderwijs op een voldoende overkoepelend niveau.

De drie modellen bieden de student een breder perspectief door keuzemogelijkheden tijdens het traject die hem/haar passen en dragen daardoor bij tot zowel vermindering van de uitval tijdens de opleiding (uitweg uit de fuik die al bij de aanvang is ingezwommen) alsook vergroting van de instroom. De modellen kunnen naast elkaar bestaan op voorwaarde dat er voldoende uitwegen uit de fuik zijn.

Verbreiding van de instroom

Met het verbreden/flexibiliseren van het bacheloraanbod wordt beoogd de instroom te vergroten. Het imagoprobleem waarmee de *harde* bèta-opleidingen kampen (de opleidingen zijn theoretisch en moeilijk) leidt ertoe dat deze opleidingen vooral zeer getalenteerde studenten, die veelal een wetenschappelijke carrière ambiëren, trekken. Bij het vergroten van de instroom moet nadrukkelijk gemikt worden op instroom van studenten met een *brede belangstelling*, die nu nog voor andere studies kiezen en op een instroom met een *bredere spreiding van de mate van talent* (van gemiddeld tot zeer getalenteerd). Daarnaast dient het carrièreperspectief voor de instromende student *breder te zijn dan alleen de wetenschap*. Dit sluit aan bij de in het Bètaconvenant (1998) ingezette beweging om de uitstroombmogelijkheden van de bètaopleidingen te verbreden: de M- en C/E-varianten. Verbreiding van de bacheloropleiding dient deze doelstelling: oriëntatie en differentiatie.

Flexibilisering van de doorstroom

Tegen deze achtergrond vragen ook andere maatregelen, gericht op het *terugdringen van de uitval* tijdens de opleiding (en dus afronding van in ieder geval de bacheloropleiding) aandacht (zie *randvoorwaarden*):

- aandacht voor het ‘inwerken’ van de nieuwe student in de universiteit en studies
- studieadvies
- studieloopbaanbegeleiding

Echter ook voor de zeer getalenteerde student die zonder veel omwegen wil doorstromen naar een masteropleiding die voorbereidt op de onderzoekersopleiding blijven paden nodig. De structuur van de bacheloropleiding moet het mogelijk blijven maken dat deze student voldoende mogelijkheden heeft zijn pad naar de onderzoeksmaster zo efficiënt mogelijk in te vullen. Ook voor deze paden geldt dat de opleiding wordt geplaatst in de brede academische context. Verbreiding wordt ook hier gerealiseerd door aandacht te geven aan academische contextvakken, waarmee de inhoud van de opleiding in een bredere academische context wordt geplaatst (wetenschapsdynamica, wetenschapsfilosofie, interdisciplinariteit, communicatievaardigheden, groeps-/projectwerk e.a.). Ook hier moet de balans verschuiven van weten/begrijpen naar kunnen/doen.

Overgang naar Masters

Naar verwachting zal ook in de toekomst een belangrijk deel van de uitstroom uit de bacheloropleiding instromen in de onderzoeksmasters. Voor die studenten die niet kiezen voor een onderzoeksmaster met vooral de onderzoekersopleiding als primaire doel, moeten in de masteropleiding passende mogelijkheden worden geboden.

Het landelijk masteraanbod dient mogelijkheden te bieden een deel van het masterprogramma ‘professioneel’ in te vullen met bijvoorbeeld programma’s gericht op bedrijfskundige en economische aspecten of meer op de overheid en beleid gerichte programmaonderdelen (zie afspraken in het Bèta-convenant [1998]: introductie van M- en C/E-varianten), waaronder tweede- en eerstegraads leraaropleidingen.

Met betrekking tot doorstroom van bachelor- naar masteropleiding bepleit de werkgroep een zekere ruimhartigheid door in de masterfase een beperkte ruimte te creëren (bijv. 15 erts) om deficiënties te herstellen. Dit faciliteert de overstap van studenten tussen de algemene universiteiten onderling en tussen de algemene en technische universiteiten.

Onderwijsorganisatie

Een essentiële voorwaarde voor effectieve verbreding van het bacheloraanbod is verandering van de onderwijsorganisatie. Om flexibiliteit, dynamiek, samenhang, transparantie en doelmatigheid te bevorderen dienen bevoegdheden en verantwoordelijkheden bij grotere eenheden te worden neergelegd (bijv. Onderwijsinstituut Sciences, Faculteit Natuurwetenschappen). De disciplinegebonden organisatie van het onderwijs moet worden verlaten om de autonomie van de monodisciplines te kunnen doorbreken. Afzonderlijke opleidingscommissies, onderwijsdirecties, studiesecretariaten etc. dienen te worden samengevoegd.

Door de organisatie van het onderwijs op een boven-disciplinair niveau zal het mogelijk blijken dat ook kleinere disciplines (met onvoldoende instroom) onderwijs kunnen blijven aanbieden, bijvoorbeeld in de profileringsruimte (minor). Daarnaast kunnen grensconflicten (bijvoorbeeld tussen Scheikunde en Biologie op het gebied van de Life-Sciences opleidingen) worden voorkomen.

De voorgestelde organisatieverandering levert, naast de toename van mogelijkheden om de opleidingen te flexibiliseren, potentieel ook een grote efficiency-winst op: professionalisering, beter rendement en kwalitatief betere dienstverlening aan docenten en studenten. Dit dient nadrukkelijk ook te gelden voor de voorlichting en de contacten met het vwo: deze zijn met name effectief (zowel wat het resultaat betreft als de middelen-inzet) bij een bèta-brede aanpak.

CROHO en accreditatie

In het recente verleden zijn tal van nieuwe opleidingen ontwikkeld; deze opleidingen spelen in op ontwikkelingen binnen de wetenschap en zijn veelal interdisciplinair. Veel van deze nieuwe opleidingen zijn voor een groot deel samengesteld uit modules van bestaande opleidingen, aangevuld met nieuw ontwikkelde modules. Een niet onbelangrijk deel van deze opleidingen is voor CROHO-registratie aangemeld. Gegeven het dynamische karakter van de nieuwe opleidingen is de vraag relevant of de efficiëntie gediend is met afzonderlijke registratie en accreditatie. Slagvaardigheid en transparantie zijn gediend met een beperkt aantal CROHO-labels. Nieuwe varianten kunnen worden ondergebracht onder bestaande CROHO-labels zodat niet elke variant hoeft te worden voorgelegd voor accreditatie. Naarmate de verbreding van de bachelors voortschrijdt, kan het aantal CROHO-labels verminderen. Een voorwaarde is dat het accreditatieorgaan in deze verbreding meegaat!

Randvoorwaarden

Naast bovengenoemde condities ten aanzien van de reikwijdte van de onderwijsorganisatie en de registratie en accreditatie van opleidingen, zijn de effectiviteit en de beoogde flexibiliteit van het onderwijs in de verschillende modellen afhankelijk van een aantal (structurele) condities. Hieronder worden deze condities en randvoorwaarden globaal aangegeven. In een volgende rapportage van de werkgroep kunnen zij desgewenst nader uitgewerkt worden.

Flexibiliteit is gebaat bij uniformering en standaardisering van een aantal logistieke elementen:

Ten aanzien van de curriculuminrichting:

- een standaardjaarrooster voor tenminste alle huidige bètaopleidingen in de universiteit, maar liefst ook voor alle daarmee samenhangende opleidingen: gezien de internationale (angelsaksische) standaard wordt een semesterindeling aanbevolen;

- een standaard omvang van cursuseenheden (vakken, opdrachten) in het curriculum: deze omvang dient niet te klein te zijn, bijvoorbeeld een bacheloropleiding van 180 ECTS bestaat uit 20 cursuseenheden van gelijke omvang;
- een standaard timeslotsysteem waarin cursuseenheden geprogrammeerd worden (bv 6 timeslots in een week), zodat studenten optimaal cursuseenheden kunnen combineren.

Ten aanzien van de inrichting van cursuseenheden:

- een standaardkwalificatie systeem van het cursusniveau: bijv. inleidend, verdiepend en gevorderd (en eventueel 'honours') dat landelijk is overeengekomen;
- ingangseisen van de cursussen formuleren in termen van competenties, in plaats van in termen van voorafgaande vakken.

Ten aanzien van inhoud en niveau van het diploma:

- standaardisatie van de diploma-eisen voor het verkrijgen van het bachelordiploma: minimum-eisen ten aanzien van de omvang en het niveau van de met goed gevolg afgeronde cursuseenheden (in hoofdvak/major en keuzevakken/minor) ;
- standardeisen ten aanzien van de omvang en het bereikte niveau van de verschillende onderdelen: algemene academische vaardigheden, vakinhoudelijke cursuseenheden, en verbredende elementen (minor of interdisciplinaire cursuseenheden).

Effectiviteit is gebaat bij een uitstekende didactische (enrollment) aanpak, per fase in de bacheloropleiding:

- in het eerste jaar veel aandacht geven aan het 'inwerken' van de nieuwe studenten in de universiteit en de universitaire studie;
- een vroegtijdig en uitstekend gebaseerd studieadvies, inclusief het gesprek daarover indien daar aanleiding toe is;
- uitstekende studieloopbaanbegeleiding per student bij het uitstippelen van zijn/haar studiepad;
- het toetsen van studievordering gebruiken als middel tot het sturen van het studeergedrag en niet alleen als selectiemiddel aan het eind;
- het accepteren van niveauverschillen onder de studenten en ook de iets minder specifiek begaafden tot een afronding van de bacheloropleiding brengen;
- de overgang van bachelor naar master benutten voor een echte nieuwe keuze in de carrière van een student:
 - doorgaan in een van vele mogelijke onderzoek-georiënteerde masterprogramma's;
 - doorgaan in meer toegepaste, of een meer beroepsvoorbereidende programma's;
 - bachelorfase afronden met een 2^e graads lerarendiploma;
 - een (voorlopige) keuze maken om de arbeidsmarkt op te gaan.

§ 7 korte samenvatting

- de instroom in de *harde* bètaopleidingen blijft zorgelijk; de verschuiving in de belangstelling van studenten voor interdisciplinaire opleidingen lijkt geen modieuze trend, maar een serieus te nemen realiteit;
- (*harde*) bètaopleidingen kampen met een imagoprobleem: om toch de noodzakelijke instroomvergroting (arbeidsmarkt) te bewerkstelligen zal op zowel het vwo als bij de aankomende student, vroeg in het studiekeuze-traject, een realistisch beeld over de opleidingen en het beroepsperspectief moeten worden geboden;
- veranderingen in het vwo en de invoering van bachelor-master dwingen tot aanpassing van de universitaire curricula, met name in de bachelorfase;
- studenten hechten aan onderwijs op maat: een persoonlijk programma dat bij hun specifieke belangstelling past, persoonlijk onderwijs en persoonlijke begeleiding;
- aankomende studenten vinden *harde* traditionele bètaopleidingen te riskant, te specialistisch, en een onaantrekkelijk beroepsperspectief hebben; het bachelor-mastermodel biedt de mogelijkheid (mits op de juiste wijze benut) om gaandeweg in de studie studenten te interesseren voor deze disciplines;
- afgezet tegen de ambitieuze afspraken in het Bèta-convenant is het rendement van de opleidingen in de sector natuurwetenschappen te laag. De effectiviteit van de studie kan worden verhoogd door de uitval te beperken (oriëntatie en selectie) en door de effectieve studieduur te verkorten (studiebegeleiding, didactische veranderingen);
- ontwikkelingen in het wetenschappelijk onderzoek en in de maatschappelijke beroepspraktijk zijn aanleiding voor vernieuwing van het masteraanbod in het wo;
- verbreding van het perspectief voor de instromende student (M en C/E-varianten) dwingt verbreding van de bacheloropleiding af: opname van gamma-elementen die nodig zijn voor de aansluiting en verwijzing naar M en C/E-varianten;
- het bacheloraanbod kan anders georganiseerd worden: verbreding en uitstel van definitieve keuze (oriëntatie en selectie) door de invoering van één of meer (of combinaties) van 3 modellen: bamboebosmodel (studiepaden), waaiermodel (major/minor) en zandlopermodel (breed beginnen, gedifferentieerde uitstroom);
- landelijk moeten randvoorwaarden worden gesteld om het niveau van de opleidingen te waarborgen en om de doorstroom te bevorderen. Onderlinge vergelijkbaarheid van opleidingen en doorstroom naar andere instellingen zijn afhankelijk van éénduidige inrichting van randvoorwaarden m.b.t. kwalificaties van cursusniveaus en minimeisen per opleiding.

§ 8 adviezen

Overheid en bedrijfsleven:

- 1 Het door de overheid op peil houden van kwaliteit en omvang van het bètaonderwijs in het vwo en het bestrijden van het lerarentekort is een absolute noodzaak.
- 2 De overheid dient de instroom in de harde bètavakken te stimuleren met gerichte maatregelen, ook financiële, bijvoorbeeld door het financieren van schakelprogramma's.
- 3 Het afnemend veld dient bij te dragen aan de verbetering van het imago van de natuurwetenschappen; een samenhangende aanpak van zowel vwo, wo en bedrijfsleven richt zich op de kennismaking van scholieren met natuur en techniek, op onderwijs-vernieuwing in het vwo, en het bieden van een aantrekkelijk loopbaanperspectief.
- 4 De overheid kan de interactie tussen bedrijfsleven, andere maatschappelijke sectoren en universiteiten bevorderen door onderzoek te faciliteren naar de behoefte en mogelijkheden van postacademisch onderwijs ('leven lang leren').
- 5 De overheid moet bevorderen dat de nationale registratie en accreditatie van opleidingen zo wordt ingericht dat brede bacheloropleidingen worden bevorderd en smalle worden ontmoedigd.

Universiteiten:

- 6 Draag bij aan de vernieuwing van het onderwijs op het vwo door een goede afstemming van de lerarenopleidingen en samenwerking met scholen op het gebied van het bèta-onderwijs.
- 7 Bevorder de overgang /aansluiting vwo-wo door de samenwerking met het vwo te intensiveren; universitaire docenten denken en werken mee met het vwo; vwo-docenten denken en werken mee in de aansluitingsfase naar het wo.
- 8 Faciliteer leerlingen en studenten met vwo-deficienties die een exacte studie willen beginnen door het aanbieden van schakelprogramma's voorafgaand aan de bacheloropleiding.
- 9 Flexibiliseer het opleidingsaanbod, c.q. de studiepaden binnen het aanbod. De drie beschreven modellen voor verbreding/flexibilisering van de bachelorsopleidingen (bamboebosmodel, waaiermodel en zandlopermodel) moeten de kans krijgen hun bruikbaarheid te bewijzen.
- 10 Geef toegepaste kennis en studentgericht onderwijs een belangrijke plaats in de planning en inrichting van het universitaire onderwijs, in het bijzonder in de bachelorfase.
- 11 Ontwikkel Science-studieprogramma's die het intellectuele niveau hebben van natuurwetenschappelijke opleidingen maar in een bredere context.
- 12 De bacheloropleiding dient oriëntatie te bieden op onderzoeks- én M- en C/E-varianten.

- 13 Bevorder de doorstroom van de bachelor- naar de masterfase door een ruimhartig instroombeleid op de overgang van de opleidingen: creëer een beperkte ruimte in de masterfase (bijv. 15 erts) om deficiënties te herstellen.
- 14 Behandel de wederzijdse overgang van bachelor- naar masteropleidingen van de algemene- en technische universiteiten op dezelfde wijze als in 13 beschreven.
- 15 Werk voor de bachelorfase randvoorwaarden uit voor curriculuminrichting, inrichting van cursuseenheden, inhoud en niveau en effectiviteit.
- 16 Verminder het aantal CROHO-registraties van de opleidingen, waardoor ook de administratieve belasting kan worden beperkt.
- 17 Vereenvoudig en versterk de onderwijsorganisatie door bevoegdheden en verantwoordelijkheden op een hoger aggregatieniveau neer te leggen: bevorder flexibiliteit, samenhang, transparantie, doelmatigheid en vwo-voorlichting.
- 18 Breng bij het bedrijfsleven de toegevoegde waarde van het brede (disciplinaire en interdisciplinaire) opleidingsaanbod over het voetlicht.

Overheid - scholen – universiteiten – bedrijfsleven:

- 19 Ga met kracht door met initiatieven om te vernieuwen en breidt ze zo mogelijk uit;

Bijlage 1 - Aansluiting vwo-wo

Instelling	Voorlichting	Activiteiten in/tbv scholen	Aansluiting
KUN	Abituriëntendagen: kennismaken Herfstcursus: colleges en practicum Open onderwijsdagen (5 vwo) Themadagen (4 vwo) Wiskunde toernooi B-magazin/website	Voorlichting op scholen EXO-steunpunt Virtual classrooms	Tutorstelsel: – vwo-docenten in wo: integratie vwo/1 ^e jaar wo – begeleiding + advisering studenten (coach)
VU	VU-voorlichting/FEW- voorlichting Meeloopdagen	Werkstukkendag (hulp bij profielwerkstukken Scholierenonderzoekcentrum Masterclasses en Masterlab Scholenbezoeken	Detachering vwo-docenten: verbetering programma 1 ^e studiejaar Aansluitingsmodules wiskunde Startweek: aansluiting vwo- wo
RUG	Regionaal scholennetwerk (Studiestijgers)	Bèta-steunpunt: vraagbaak voor scholieren Olympiades (chemie) Ondersteunen profielwerkstukken Ondersteunen praktisch onderzoek Demonstratielessen Wispromoteam e.a.	Studiestijgers/Techniek 15+: Docentenprofessionalisering Ontwikkelen nieuw lesmateriaal
UvA	Algemene UvA voorlichting; Facultaire voorlichting op locatie (tweemaal per jaar). Manifestaties: Bèta-festival; Viva Fysica, Leve de Wiskunde Bètaberoepenkrant	Mastercourses en classes Webklassen Werkstuklab Scholierensite bèta's Docenten vwo-site	Aansluitprogramma vwo- UvA Aanpassing curriculum aan vwo-profielen Tutoraat Scholennetwerk (i.o.)
Ulei	Meeloopdagen Proefstuderen Aansluitingsmodulen Studentenvoorlichtingsteams	LAPP-TOP: Leiden advanced pre-university programme for top students Gastlessen door universitaire docenten Ondersteunen profielwerkstukken	Aansluitingsprogramma Lei: contacten met vakleerkrachten en decanen
UU	Communicatieplan bèta's Digitale studievoorlichting (onderdeel van universitaire voorlichting)	Bèta-themadagen Bèta-scriptiehandboek Bèta-collegemiddag	Aansluitprogramma vwo-wo Aanpassing wiskundeonderwijs bij invoering studiehuis in vwo

Bijlage 2 Aanbod bachelors Wiskunde, Natuurkunde en Scheikunde + bacheloropleidingen op het gebied van techniek en natuurwetenschappen met een *belangrijke component* (technische) wis-, natuur- en/of scheikunde - (rapport Sminia) !

Universiteit Leiden

- Natuurkunde
- Scheikunde
- Sterrenkunde¹
- Wiskunde

- Bio-farmaceutische wetenschappen
- Biologie
- Biomedische Wetenschappen
- Informatica
- Informatiekunde (*in oprichting*)
- Life Science and Technology (met TUD)
- Sustainable Molecular Science and Technology (*in oprichting*, met TUD)

Rijksuniversiteit Groningen

- Natuurkunde
- Scheikunde
- Scheikundige Technologie
- Sterrenkunde
- Technische Natuurkunde
- Technische Wiskunde
- Wiskunde

- Biologie
- Econometrie en operationele research
- Farmaceutische wetenschappen
- Farmacie
- Informatica
- Kunstmatige Intelligentie
- Levenswetenschappen en Technologie
- Technische Bedrijfskunde

Universiteit van Amsterdam

- Natuur- en Sterrenkunde
- Scheikunde
- Wiskunde
- BioExact

- Aardwetenschappen
- Biologie
- Biomedische wetenschappen
- Econometrie en operationele research
- Informatica
- Informatiekunde
- Kunstmatige intelligentie

¹ Ten behoeve van het totaaloverzicht zijn in deze lijst, naast gecombineerde bacheloropleidingen Natuur(kunde)(-) en (S)(s)terrenkunde, ook zelfstandige bacheloropleidingen Sterrenkunde opgenomen.

- Medische informatiekunde
- Natuurwetenschappen
- Psychobiologie
- Bèta-gamma

Clusters:

1. *Informatiewetenschappen: Kunstmatige Intelligentie, Informatiekunde, Informatica*
2. *Exacte Wetenschappen: Bio-Exact, Natuur- en Sterrenkunde, Scheikunde, Wiskunde*
3. *Levens- en aardwetenschappen: Aardwetenschappen, Biologie, Medische Biologie, Psychobiologie*

Universiteit Utrecht

- Natuur- en Sterrenkunde
- Scheikunde
- Wiskunde
- Aardwetenschappen
- Biologie
- Biomedische Wetenschappen
- Cognitieve Kunstmatige Intelligentie
- Farmacie
- Informatica
- Informatiekunde
- Milieu-natuurwetenschappen
- Natuurwetenschap en Innovatiemanagement

Vrije Universiteit Amsterdam

- Natuurkunde en Sterrenkunde
- Scheikunde
- Wiskunde
- Aardwetenschappen
- Bedrijfskunde en Informatica
- Bewegingswetenschappen
- Biologie
- Biomedische Wetenschappen
- Econometrie en operationele research
- Gezondheidswetenschappen
- Farmaceutische Wetenschappen
- Informatica
- Informatiekunde
- Kunstmatige Intelligentie
- Medische Natuurwetenschappen

Clusters (voorlopig/in ontwikkeling):

1. *Informatiewetenschappen: Kunstmatige Intelligentie, Informatiekunde, Informatica*
2. *Wiskunde & Bedrijf: Bedrijfskunde en Informatica, Econometrie, Wiskunde*
3. *Wiskunde en Natuur: Wiskunde, Natuur- en Sterrenkunde, Scheikunde*
4. *Natuur & Leven: Scheikunde, Farmaceutische wetenschappen, Medische Natuurwetenschappen*

Katholieke Universiteit Nijmegen

- Natuurkunde en Sterrenkunde
- Scheikunde
- Wiskunde

- Algemene Natuurwetenschappen
- Biologie
- Biomedische Wetenschappen
- Informatica
- Informatiekunde
- Medische biologie
- Milieu-natuurwetenschappen
- Moleculaire Levenswetenschappen

Clusters:

1. *Moleculaire wetenschappen: Algemene Natuurwetenschappen, Scheikunde, Moleculaire Levenswetenschappen*
2. *Biologische wetenschappen: Biologie, Medische Biologie, Milieunatuurwetenschappen*
3. *Wiskunde + Natuur- en Sterrenkunde*
4. *Informatiewetenschappen: Informatica en Informatiekunde*