

ERIK JOLING, BREGJE VAN DEN BERG EN LINDA VERBEEK

•
trie op
schaal
*en bedrijven
menwerken*



UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM
AMSTEL Instituut

INDUSTRIE OP MICROSCHAAL

Hoe scholen en chemische bedrijven kunnen samenwerken

Erik Joling, Bregje van den Berg & Linda Verbeek



© UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

*Amstel Instituut
Kruislaan 404
1098 SM Amsterdam*

Auteurs: Erik Joling, Bregje van den Berg & Linda Verbeek
Datum: 10 oktober 2003

Tweede, uitgebreide versie

INHOUD

Gebruiksaanwijzing	5
1. Waarom samenwerken?	7
Motieven voor samenwerking 7	
Bedrijven 7	
Scholen 8	
Noodzaak tot samenwerken 8	
Scheikunde is niet zo geliefd 9	
Projecten 10	
2. Gaan samenwerken	13
School zoekt bedrijf 13	
Werving via de branchevereniging 14	
Werving via individuele persoonlijke contacten in de bedrijven 15	
Werving door directe benadering van bedrijven 16	
Werving via verenigingsbladen en congresbezoek 17	
Terugblik 18	
Bedrijf zoekt school 19	
Samenwerken 20	
Wensen 20	
Verantwoordelijkheid en mogelijkheden 22	
Communicatie 23	
3. Samen onderwijs maken	25
Een plek voor samenwerking in de vernieuwde tweede fase 25	
Meer ruimte in het nieuwe programma 26	
Vier manieren van inpassen 28	
Aansluiten op een hoofdstuk 'industriële chemie' 29	
Aansluiten op de chemische inhoud 29	
Samenwerken met andere vakken 30	
Gebruikmaken van de mogelijkheden van het profiel- werkstuk 31	
Industrie in de klas en de klas in het bedrijf 32	
Gastles 33	
Bedrijfsbezoek 34	
Stage 36	
Practicum 37	
Lessenserie 38	

4. Beschrijvingen samenwerkingsverbanden	41
Quest International (Naarden) en SG Huizermaat (Huizen)	42
DSM (Geleen), Bernardinuscollege (Heerlen) en Eijkhagencollege (Landgraaf)	46
Akzo Nobel Catalysts en Bredero College (Amsterdam)	54
Peter Greven en Blariacumcollege (Venlo)	58
Diosynth, Organon, Hooghuis Lyceum en Maasland College (Oss)	61
Solvay Pharmaceuticals (Weesp) en Griftlandcollege (Soest)	67
DSM Coating Resins en Greijdanus College (Zwolle)	72
DSM Food Specialties en het Christelijk Lyceum Delft (Delft)	76
Norit en het Zaanlands Lyceum (Zaandam)	80
Crompton Europe B.V. en het Vossius Gymnasium (Amsterdam)	84
Verdugt (Tiel) en ORS Lek en Linge (Culemborg)	89
Purac Biochem en Merewade College (Gorinchem)	93
5. En, heeft het ook zin?	97
Scheikunde als schoolvak	98
Scheikunde buiten de school	98
De samenwerking met een bedrijf	100
Samenvattend	100
6. Terugblik	101
Werkwijze van het project	101
Opbrengst van het project	102
Microschaal	103
Beroepskeuze	103
Samenwerking	105
Ervaringen	105
Lessen uit het project	107
Literatuur	109

GEBRUIKSAANWIJZING

Welke eisen worden gesteld aan de elektrische aansluiting?

In welke formats kan een document worden geëxporteerd?

Hoeveel water moet aan de kook worden gebracht?

Wie een nieuw apparaat koopt, een nieuw computerprogramma of zelfs maar een pakje soep, verwacht dat daar een gebruiksaanwijzing bij geleverd wordt. Niet iedereen heeft behoefte aan een gebruiksaanwijzing. Ervaring met een soortgelijk product, de heldere structuur of de eenvoud zorgen dat we in veel gevallen zonder meer aan de slag kunnen.

Wie als leraar wil samenwerken met een chemisch bedrijf, of als bedrijfsmedewerker met een school, zou ook behoefte kunnen hebben aan een gebruiksaanwijzing. Immers, niet iedereen heeft daar ervaring mee, een structuur wordt nog niet herkend en onbekend is hoe eenvoudig het zal zijn.

Helaas bestaat zo'n gebruiksaanwijzing niet. Wel is het mogelijk om af te gaan op de ervaring van anderen: collega's die eerder in een dergelijk samenwerkingsverband hebben gewerkt.

Deze handleiding vormt de bundeling van ervaring opgedaan in dertien samenwerkingsverbanden. Deze verbanden werden gevormd in het kader van het project 'Industrie op microschaal' dat met financiële steun van Axis werd uitgevoerd door het AMSTEL-instituut van de Universiteit van Amsterdam. Het is geen gebruiksaanwijzing voor uw specifieke situatie, want die is nog onbekend. Geen kaart dus maar een kompas. Want hopelijk is in de samenwerking tussen scholen en bedrijven wel een overeenkomstige structuur te herkennen.

De handleiding is geschreven vanuit tips en aanbevelingen die uw collega's hebben geformuleerd. Telkens wordt aan die adviezen enige verdieping gegeven op grond van de ervaringen, aangevuld met gegevens uit de literatuur. Ook de dertien samenwerkingsprojecten zijn beschreven, als bron van herkenning en inspiratie.

Veel plezier met de samenwerking!

1. WAAROM SAMENWERKEN?

*Zie de samenwerking niet als werving voor de chemische industrie,
maar als het bieden van een reëel beeld aan de leerlingen*

LERAAR

Laat zien welke beroepen je binnen het bedrijf hebt en welke opleiding daar bij hoort

BEDRIJFSMEDEWERKER

MOTIEVEN VOOR SAMENWERKING

Voor scholen en bedrijven spelen verschillende motieven een rol om een samenwerking te beginnen.

BEDRIJVEN Britse bedrijven noemen de volgende argumenten voor het aangaan van contacten met scholen:

- de werving van personeel;
- de ondersteuning van de samenleving als goede buur;
- het verbeteren van het bedrijfsprofiel in de lokale samenleving;
- het verbeteren van het begrip van de chemische industrie als geheel;
- het voorzien in professionele ontwikkeling van het eigen personeel.

De ‘ondersteuning van onderwijs’ als zodanig komt daarbij laag op de prioriteitenlijst van bedrijven, als het al voorkomt. Het feit dat ondernemingen scholen ondersteunen is echter wel een reden voor een positieve teneur in publicaties in de media. Samenwerken tussen school en industrie is echter iets anders dan het voeren van public relations (Isuyama & Mapletoft, 1996; Ratcliffe & Westin, 2000; Roberts, 2000; Vollmer, 1998).

Tijdens het project ‘Industrie op Microschaal’ bleken deze argumenten voor de bedrijven inderdaad een rol te spelen bij het aangaan van een samenwerkingsverband met een school in de directe nabijheid. Chemische bedrijven in Nederland zullen direct worden geconfronteerd met de gevolgen van het dalende aantal bètastudenten. Zij verwachten problemen bij het vinden van geschikt technisch personeel, en de vooruitzichten zijn nog somberder. In enkele gevallen was personeelsgebrek zelfs een reden om niet aan het project deel te nemen!

Volgens de R&D-directeuren van de grote bedrijven vormt het tekort aan bèta’s echter geen probleem bij het vinden van personeel, maar dreigt er een ander gevaar: ‘Omdat de grote bedrijven zich steeds meer zijn gaan toeleggen op toepassingsgericht onderzoek, zijn ze voor fundamenteel onderzoek steeds afhankelijker van de universiteiten en kennisinstellingen geworden’ (Persson & Scholtens, 2003). Door de slinkende aantallen studenten in de exacte vakken verschaalt de kennisinfrastructuur, waardoor de kritische massa voor bepaalde vakgebieden te klein wordt. Als gevolg daarvan zullen de R&D-laboratoria naar het buitenland verhuizen.

SCHOLEN Als een school met een bedrijf samenwerkt, zijn er verschillende voordelen voor de leerlingen op te noemen (Roberts, 2000; Sabo, Sarquis, & Ennis, 1997):

- ze krijgen een oriëntatie op studie en beroep en inzicht in carrièremogelijkheden in een industrieel bedrijf;
- ze leren het belang van goede communicatieve vaardigheden;
- ze ontwikkelen een positieve perceptie van de chemische industrie;
- ze krijgen de mogelijkheid om ‘realistische’ indrukken (chemie in de praktijk) op te doen;
- ze tonen een grotere betrokkenheid bij het lesprogramma dan normaal.

NOODZAAK TOT SAMENWERKEN

Iedereen die bij het scheikundeonderwijs betrokken is, kent de feiten. Steeds minder leerlingen kiezen voor een profiel met scheikunde, en steeds minder studenten kiezen voor een scheikundestudie. Het is duidelijk dat dit uiteindelijk grote gevolgen zal hebben voor de op een na grootste industrietak in ons land: de chemische industrie. Deze zorgt voor 10% van de werkgelegenheid, 15% van de industriële productie en 20% van de industriële export en is met haar relatief hoog opgeleide personeel sterk afhankelijk van het aanbod van afgestudeerde chemici.

De Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI, 2001) verwacht dat over een paar jaar het aantal afgestudeerde chemici slechts voldoende is om aan de helft van de behoefte aan chemici in ons land te voldoen: minder dan 400 chemici zullen in 2004 afstuderen (tegen 600 in 1999 en 800 in 1996). Ook het Overleg Chemie Nederland (2000) maakt zich grote zorgen over de continu dalende instroomcijfers voor de universitaire b-disciplines waaronder de chemie.

In 1999 deed 39,7% (13609) van de vwo-leerlingen een examen met scheikunde. Minder dan 4% daarvan (537; 2% van alle eerstejaars studenten) startte dat jaar een universitaire scheikundestudie. En de trend lijkt verder bergafwaarts.

Volgens een onderzoek van het Centraal Bureau voor de Statistiek (Sinkeldam, 1999), heeft 15% van de leerlingen in het VO spijt dat ze scheikunde in hun pakket hebben gekozen. Verontrustend, want dat betekent: er zijn bijna vier keer zoveel leerlingen die spijt hebben van hun keuze voor scheikunde, dan leerlingen die het vak zo leuk vinden dat ze het gaan studeren!

Gelet op de keuzes die leerlingen op school maken, ziet het er overigens niet zo heel somber uit: in het schooljaar 2001-2002 koos ruim een kwart (28%) van de leerlingen in het havo een N-profiel. In het vwo lag de keuze op bijna de helft (45%) (Buis, Hendrix, & Frietman, 2003, p. 20). Er is echter wel sprake van een daling ten opzichte van de situatie voor de invoering van de profielen; toen koos respectievelijk 35% en 50% voor een vergelijkbaar pakket. Bovendien lijkt er een

geleidelijke verschuiving van N&T naar N&G op te treden. Vermoed kan worden dat de leerlingen een profiel kiezen dat een brede voorbereiding op vervolgstudies biedt (zoals tot een populaire studierichting als medicijnen), maar dat er minder belangstelling is voor een vervolg in de exacte vakken of techniek. Overigens lijken vwo-leerlingen zich niet zo om hun beroepskeuze te bekommeren. In een rapport van de Stichting Weten (Diephuis, Roebroek, & Snijders, 2003) wordt over die leerlingen gezegd: 'Zij zijn in hun proces van loopbaanoriëntatie in de meeste gevallen vooral geïnteresseerd in het openhouden van zoveel mogelijk opties. In het totale segment van de 12- tot 18-jarigen zijn vwo-ers degenen voor wie de arbeidsmarkt het verst weg is. Ze zijn zich goed bewust van de macht van een academische studie en hebben een voorkeur voor studies waarmee je nog veel kanten op kunt of snel veel geld kunt verdienen. Hun beeld van het werken in de wetenschap is heel beperkt, eenzijdig en vaak negatief gekleurd: iets exacts met witte jassen en laboratoria, saai en slecht betaald. Werken als onderzoeker wordt gezien als een fuik. Bètastudies worden gezien als erg specialistisch, abstract en monodisciplinair.'

Er is dus een groep leerlingen die potentieel in bèta en techniek geïnteresseerd is, en het is zaak die leerlingen niet onnodig kwijt te raken.

SCHEIKUNDE IS NIET ZO GELIEFD Al een paar jaar vraagt men zich – niet alleen in Nederland – af waarom scheikunde zo weinig geliefd is. En in het verlengde daarvan kunnen we ons afvragen waarom zoveel leerlingen die scheikunde wél gekozen hebben níet voor een carrière in de chemie kiezen.

Warps en Woutersen (2001) noemen als een van de redenen om geen N- of T-opleiding te kiezen: 'dat studenten (en vrouwen nog vaker dan mannen) de beroepsmogelijkheden van Natuur- en Techniekopleidingen niet aantrekkelijk vinden.' Axis-directeur Van Oosterom (2001, p. 29) tracht hier een verklaring voor te geven: 'Jongeren associëren techniek met producten en zien daardoor de creatieve achterkant van techniek onvoldoende. Ook in de bètavakken in het algemeen voortgezet onderwijs staat in het algemeen abstracte disciplinair georganiseerde kennis voorop. Een werkhypothese van Axis is dat de aantrekkelijkheid van bèta/techniekvakken in het voortgezet onderwijs versterkt kan worden door een groter accent te leggen op toepassingsmogelijkheden van bèta/techniekkennis en dat dat creativiteit vraagt.'

Uiteraard hoeft de keuze van een N-profiel op school niet direct te leiden tot een keuze voor een beroep in de chemie of, algemener, in de bèta/technieksector. Immers: de N-profielen vormen ook een uitstekende voorbereiding op populaire studies die opleiden tot een beroep buiten de bèta- en technieksector. Het is echter wel een probleem als een potentieel geïnteresseerde leerling door een negatief beroepsbeeld afhaakt, vooral als dat beroepsbeeld op slechte gronden gefundeerd is.

Daarom moet het onderwijs een reëel beeld geven van de beroepsmogelijkheden in de bèta- en technieksector. Dat kan door leerlingen inhoudelijk in contact te

brengen met mensen en processen uit die sector, zodat een keuze voor of tegen beargumenteerd kan worden. Docenten in de exacte vakken moeten daartoe instrumenten krijgen.

Op basis van tien interviewsessies met stakeholders van het scheikundeonderwijs heeft de Verkenningcommissie Scheikunde de problematiek van het huidige scheikunde-onderwijs in kaart gebracht. Zij stelt in haar rapport (2002, p. 7):

‘De chemische industrie is voor leerlingen én docenten onvoldoende zichtbaar. Daardoor draagt de beroepssector te weinig bij aan een positieve beeldvorming van de chemie. Berichten in de media over het afstoten van bedrijfsdelen en export van Research & Development-afdelingen hebben een langdurig, fnuikend en negatief effect. Dit staat haaks op de enorme wetenschappelijke en technische vernieuwing die zich voortdurend in de chemische industrie voltrekt. Helaas is het maatschappelijk beeld dat de chemische beroepssector een onbetrouwbare partner is voor een carrière met een uitdagend toekomstperspectief.’

Dit klinkt een beetje als eigen-schuld-dikke-bult, maar de Verkenningcommissie ziet toch licht aan het einde van de tunnel:

‘Bedrijven tonen incidenteel en onvoldoende structureel belangstelling voor docenten en leerlingen die willen kennismaken met de chemie als beroepssector. Informatieve internetsites specifiek gericht op scholieren ontbreken. Het is voor de industrie veelal lastig om in contact te komen met docenten die met hun leerlingen buitenschoolse activiteiten willen uitvoeren. Aangespoord door een zorgwekkende afname in het aantal studenten in natuurwetenschappen en techniek aan HBO's en Universiteiten tekent zich een kentering af in de betrokkenheid van de chemische industrie bij de toekomst van het vak scheikunde in het voortgezet onderwijs.’

Het recept lijkt dus: maak de chemische industrie voor leerlingen zichtbaar, en laat zien dat de chemie een aardige, creatieve carrière kan bieden. Het is daarom niet verwonderlijk dat de chemische industrie in de afgelopen jaren naast de brede stimulering van de exacte vakken ('Kies exact') allerlei initiatieven heeft genomen om de populariteit van de scheikunde en het imago van de chemische industrie te verbeteren.

PROJECTEN Verschillende projecten werden door de branchevereniging VNCI gestart, zoals de 'Open Dag Chemie'; 'Meet the Boss' en het VNCI-adoptieproject. De eerste richt zich op een breed publiek, en de laatste twee op het voortgezet onderwijs. Samen met KNCV en NVON werd daarnaast het Communicatie Centrum Chemie (Stichting C₃) opgericht, die zich richt op het primair onderwijs (o.a. Spelen met chemie), het voortgezet onderwijs (o.a. Actief met chemie, microschaal, ABC₃), en een ouder publiek (Expertvisie). Bovendien worden veelbelovende projecten en getalenteerde leerlingen door de VNCI gesteund met prijzen en beurzen. Ook individuele chemische bedrijven proberen vaak goede

banden met hun omgeving en het onderwijs te onderhouden en verzorgen activiteiten voor scholieren.

Om die contacten met het onderwijs structureel aan te pakken hebben vijf grote bedrijven: Philips, Shell, DSM, Akzo Nobel en Unilever eind 2002 de handen ineen geslagen en proberen via het 'Jongeren en Technologie Netwerk Nederland' (Jet-Net) tot samenwerking met scholen te komen. Toen de plannen rond Jet-Net bekend werden (Bedrijfsleven investeert in bèta-onderwijs, 2002) reageerden kamerleden van PvdA, D'66 en SP onmiddellijk met kamervragen: de bemoeienis van het bedrijfsleven met het onderwijs is immers een politiek gevoelig punt, en kan op gespannen voet staan met het convenant 'Scholen voor primair en voortgezet onderwijs en sponsoring' (Adelmond et al., 2002). Het antwoord van de staatssecretaris laat zich het best samenvatten met 'Initiatieven vanuit de samenleving om een bijdrage te leveren aan het bèta/techniek onderwijs verdienen waardering' (Adelmond, 2002). Voor het eind van het jaar, op 29 november 2002, hebben de ministeries OC&W en EZ; de bedrijven Akzo Nobel, DSM, Philips, Shell en Unilever; de branchevereniging VNCI, de onderwijsorganisaties NVON en VVO; de werkgeversverenigingen VNO-NCW en FME-CWM; en de stichtingen Axis, C₃ en Weten het convenant Jet-Net gesloten.

Het project 'Industrie op microschaal', dat ten grondslag ligt aan deze handleiding, beoogde te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn door bedrijven en scholen in een klein project te laten samenwerken. In dit project merkten we dat het grote moeite kostte om chemische bedrijven bereid te vinden met scholen samen te werken. Het leek of de noodzaak om iets te doen wel met de mond werd beleden, maar niet leidde tot daadwerkelijke actie. Veelal werd het als een taak van de branchorganisatie gezien. Te hopen valt dat de komst van Jet-Net een symbool is van een daadwerkelijke omslag in deze houding.

In deze handleiding wordt een aantal invullingen van samenwerking gepresenteerd. Meestal gaat het om projecten waarin telkens een lessenserie en een bedrijfsbezoek als vaste elementen optreden. Leerlingen worden daardoor heel direct met een chemisch bedrijf in contact gebracht en niet zo anoniem en vrijblijvend als voorgesteld door de Verkenningcommissie Scheikunde (p. 21): 'De interactie tussen HAVO/HBO en VWO/WO dient te worden geïntensiveerd. Dit om leerlingen de gelegenheid te bieden het schoolvak scheikunde te plaatsen in een breder toekomstperspectief. Universiteiten, HBO's en de chemische industrie zullen op hun verantwoordelijkheid moeten worden en blijven aangesproken. Speciaal voor leerlingen ontwikkelde internetsites over wetenschap en bedrijf zouden hierin een belangrijke functie kunnen hebben. (...) Universiteiten, HBO's, bedrijven en vakverenigingen dienen er op te worden aangesproken om naast algemene publieksinformatie het onderwijs en specifiek op HAVO- en VWO-leerlingen gerichte informatie te verstrekken over de stand van zaken van de scheikunde in wetenschap en bedrijf.'

Wij denken dat informatie en web-sites al in zo'n grote mate beschikbaar zijn, dat de leerlingen door de bomen het bos niet meer zien. Directe ervaring met een bedrijf dicht bij huis, hoe beperkt ook qua omvang, heeft in de visie van dit project een grotere impact.

Dit wordt ondersteund door het idee dat er drie belangrijke psychologische factoren zijn die een positieve belangstelling van leerlingen bewerkstelligen: het onderwijsaanbod moet concreet, persoonlijk en beïnvloedbaar zijn (Vollmer & Merschhemke, 1997). Onderwijsmateriaal met een lokaal of regionaal karakter, zoals kan ontstaan in een samenwerkingsverband met een chemisch bedrijf uit de omgeving, kan aan die eisen voldoen. Het kan heel concreet zijn, want alledaags, uit de buurt, en waarneembaar. Het kan persoonlijk zijn, want het toont dat het ook in de chemische industrie om mensenwerk gaat en laat zien dat er herkenbare personen werken. Ook is het onderwijsaanbod beïnvloedbaar als leerlingen een zekere keuzevrijheid hebben, toegang tot informatie krijgen en de mogelijkheid van oppositie hebben (dat laatste is met name in 'Meet the boss' uitgewerkt).

In een onderzoek naar adoptierelaties dat de Stichting Weten in opdracht van het ministerie OC&W uitvoert, komt dit ook naar voren (Diephuis et al., 2003, p. 55): 'Een tweede veel genoemde succesfactor is de samenwerking in beginsel aan te gaan op kleine, overzichtelijke schaal en met een lokale of regionale basis. Om beroepsbeelden te veranderen moet je persoonlijk worden.'

2. GAAN SAMENWERKEN

Op de werkvloer wordt aan de samenwerking gewerkt; hier moet de wil zijn en niet alleen bij de bazen. 'Boss to boss' en 'van werkvloer naar werkvloer' zijn niet los van elkaar te zien

BEDRIJFSMEDEWERKER

De samenwerking steunt sterk op individuen, en de persoonlijke interesse van betrokkenen. Het is daardoor niet van bovenaf organiseerbaar

LERAAR

Een schoolleider van een scholengemeenschap werd door Jet-Net benaderd met de vraag of haar school wilde samenwerken met een chemisch bedrijf. 'Welke middelen stelt u de school daarvoor beschikbaar?' was haar wedervraag. Dat het bedrijf personeel zou vrijmaken om aan de samenwerking mee te werken was voor deze schoolleider onvoldoende. Als de chemische industrie een probleem heeft, dan hoeft haar school dat niet op te lossen door tijd in een project te steken.

Een andere schoolleider dacht juist dat samenwerking met een bedrijf kon bijdragen aan de vernieuwing van het onderwijs van zijn door fusie tot stand gekomen scholengemeenschap. De scheikundeleraren zagen zo'n van boven opgelegde samenwerking niet zitten, en leken meer problemen dan voordelen te verwachten.

Als een school en een bedrijf gaan samenwerken, zijn het uiteraard de mensen op de werkvloer van die school en dat bedrijf die de samenwerking gestalte geven. Voor wie een samenwerkingsverband wil starten is het dus zaak om in contact te komen met de juiste persoon in de andere organisatie. Een benadering op management-niveau ('Boss to boss') is daarbij niet altijd even gunstig.

SCHOOL ZOEKT BEDRIJF

Voor deelname aan het project 'Industrie op microschaal' werden chemische bedrijven gezocht die een samenwerkingsverband aan wilden gaan met een school in hun omgeving. Gezien de nood die de VNCI klaagt, werd verwacht dat het vinden van bedrijven geen problemen zou opleveren. In het onderzoek van de Stichting Weten (Diephuis et al., 2003, p. 51) wordt gesproken van 'een breed gedeeld – bijna politiek – gevoel dat er te weinig instroom is of dreigt in hooggekwalificeerde beroepen in de technische sector.' Het bleek echter lastiger dan gedacht: het zoeken van bedrijven kostte veel inspanning en moest met een zekere vasthoudendheid worden uitgevoerd. Volgens Diephuis et al. (2003, p. 51) is dat niet vreemd: 'Kleine bedrijven melden geen problemen te hebben om medewerkers Research & Development te werven en grote bedrijven oriënteren zich meer op de internationale markt. Als men personele tekorten heeft, wordt er de voorkeur aan gegeven studenten aan het bedrijf te binden of in professionele netwerken of in het buitenland te werven.' Maar daar waar zij schrijven dat 'er op de scholen geen natuurlijke probleemeigenaar valt te onderscheiden met een duidelijk motief om

specifieke adoptierelaties mee aan te gaan of voor te organiseren' (p. 54), bleek het weinig moeite te kosten om docenten bij het project te betrekken.

In het project zijn de eerste contacten voornamelijk gelegd door de medewerkers van het Amstel-instituut: deze zochten bedrijven die zouden willen samenwerken met een school en gingen daarna samen met het bedrijf op zoek naar een school. Een werkwijze die door het onderzoek van Stichting Weten (p. 56) gesteund wordt: 'Vrijwel in alle gevallen van bestaande succesvolle samenwerkingsrelaties valt een onafhankelijke partij te identificeren die optreedt als aanjager, contactpunt voor vragen, organisator en bruggenbouwer. Vooral waar profit- en non-profit-instellingen gaan samenwerken is er iets of iemand nodig die bruggen bouwt tussen de verschillende culturen. Bedrijven zijn vaak gewend om snel te beslissen en op korte termijn resultaat te zien.' Bij Jet-Net worden de contacten tussen scholen en bedrijven ook door het landelijk bureau gelegd.

Het bleek dat zowel de werving via individuele persoonlijke contacten in de bedrijven (veelal via kennissen die bij bedrijven werkzaam zijn) - de personeelsingang - en de directe benadering van bedrijven - de voordeur - resultaat opleverden. De personeelsingang had echter als nadeel dat de contactpersoon niet aanspreekbaar was op de voortgang. De benadering is ook betrekkelijk passief. Benadering door de voordeur daarentegen bleek niet alleen actiever, maar ook zeer arbeidsintensief.

Bij de keuze van bedrijven lieten we ons door een paar criteria leiden. Grote, bekende bedrijven (zoals Shell, Akzo Nobel en DSM) hadden de voorkeur. Daarnaast moest het bedrijf een vestiging hebben in de buurt van een school waarvan we verwachtten dat de docenten mee zouden willen werken. In grove trekken is langs vier wegen geprobeerd bedrijven te werven voor het project:

- werving via de branchevereniging;
- werving via individuele persoonlijke contacten in de bedrijven;
- werving door directe benadering van bedrijven;
- werving via verenigingsbladen en congresbezoek.

WERVING VIA DE BRANCHEVERENIGING Van meet af aan werd samenwerking met de branchevereniging gezocht. De VNCI was immers ook betrokken bij het project 'Microschaalexperimenten' dat als voorloper van het project 'Industrie op microschaal' gezien kan worden. Het project 'Microschaalexperimenten' werd deels gefinancierd uit bijdragen van maar liefst 62 chemische bedrijven die aan het VNCI-adoptieproject deelnamen. Als brancheorganisatie onderneemt de VNCI een aantal activiteiten gericht op het (voortgezet) onderwijs, uiteenlopend van het verstrekken van beurzen aan scholieren en studenten; het sponsoren van bijeenkomsten voor leraren en schooldecanen; en het verspreiden van voorlichtingsmateriaal. Daarnaast organiseert de VNCI vanaf 1998 zogenaamde 'Meet the Boss'-bijeenkomsten, waar scholieren in discussie gaan met 'bazen' uit de chemische

industrie. Veel werk in de contacten met het onderwijs wordt door de VNCI verder uitbesteed aan de Stichting C₃. Voor een groot deel laat de bedrijfstak het contact met het onderwijs aan de brancheorganisatie over. Het VNCI-adoptieproject, dat in 1997 van start ging, wijkt daar in zoverre van af, dat de VNCI trachtte om bedrijven rechtstreeks in contact met scholen te brengen. Het adoptieproject was in een paar gevallen zeer succesvol. Voorbeelden zijn de projecten van Avebe in Veendam, NeoResins in Waalwijk en Elf Atochem (thans Atofina) in Vlissingen. In het Rotterdamse haven- en industriegebied werken bedrijven samen in een 'Educatief Informatie Centrum Mainport Rotterdam' (EIC) dat programma's aanbiedt met excursies naar zo'n 55 bedrijven. Toch kostte het ook de VNCI veel moeite om in het kader van het adoptieproject koppels te vormen. Het project 'Industrie op Microschaal' hoopte voort te kunnen bouwen op het adoptieproject, maar de benadering van bedrijven via de branchevereniging bleek erg omslachtig. Het duurde lang voordat de VNCI op onze verzoeken reageerde, en de VNCI bleek niet altijd haar leden goed genoeg te kennen om ons de juiste bedrijven of personen in die bedrijven aan te wijzen. Een factor die daarbij meespeelde was het vertrek van een medewerkster die het VNCI-adoptieproject organiseerde, waarmee veel informele kennis verloren ging. Deze route leverde wel contacten, maar geen deelnemende bedrijven op.

Met de oprichting van Jet-Net (waar de VNCI ook partner in is) is er nu voor scholen een directe ingang naar de vijf deelnemende bedrijven Akzo Nobel, DSM, Philips, Shell en Unilever ontstaan. De ambities zijn groot: een medewerker van DSM stelt zelfs (DSM-onderwijsprogramma "Science is hot" werpt vruchten af, 2003): "Uiteindelijk willen we samen alle 500 voortgezet onderwijs opleidingen praktisch gaan ondersteunen."

Deze ingang geldt echter niet voor de tientallen bedrijven die niet (direct) bij Jet-Net zijn aangesloten.

*Leg als school het contact op de werkvloer; dat gaat makkelijker en gaat meestal goed.
De werkvloer regelt het wel met de baas*

BEDRIJFSMEDEWERKER

WERVING VIA INDIVIDUELE PERSOONLIJKE CONTACTEN IN DE BEDRIJVEN

Een tweede weg loopt via de personeelsingang van het bedrijf. Via bekenden die bij een chemisch bedrijf werken, zoals vroegere mede-studenten, ouders van leerlingen, oud-stagiaires, kan geïnformeerd worden naar de mogelijkheden van samenwerking. Deze manier kan meer steun vanaf de werkvloer opleveren: de docenten uit de scholen moeten immers met gemotiveerd personeel uit de bedrijven samenwerken.

In het project zijn op die manier verschillende bedrijven geworven, zoals Quest International in Naarden, Akzo Nobel Catalysts in Amsterdam, Diosynth in Oss en Purac in Gorinchem.

De strategie om bedrijven te benaderen via bekenden blijkt in veel gevallen nogal indirect te werken. Als de bekende medewerker enthousiast is gemaakt, moet hij het idee bij de juiste beslisser zien te krijgen en die zien te overtuigen. Het kan daarbij helpen om te wijzen op de PR-waarde van de samenwerking. Veel bedrijven zoeken naar een concrete invulling van hun wens om een goede buur te zijn. Voor een buitenstaander kan echter een periode aanbreken van lang wachten zonder dat je iemand erop kunt aanspreken.

De medewerkers spelen wel een onmisbare rol bij de contacten. Eenmaal enthousiast zijn ze naar de boven hen geplaatsten de pleitbezorger voor de samenwerking. Opvallend daarbij is de 'company pride': mensen zijn trots op hun werk en op hun bedrijf. Het is deze trots die een belangrijke drijfveer in het contact kan zijn. Het is echter ook riskant dat de start van de samenwerking van die ene medewerker afhankelijk is. Het is daarom belangrijk om zo snel mogelijk persoonlijk contact te leggen, dat wil zeggen, het bedrijf in kwestie te bezoeken.

Bij deze eerste twee werkwijzen namen we een betrekkelijk passieve houding aan. We lieten het aan een ander over om voor ons iets voor elkaar te krijgen. Die ander hoeft geen belang bij het leggen van het contact te hebben. Reden om tot een actievere wijze van benaderen over te gaan.

WERVING DOOR DIRECTE BENADERING VAN BEDRIJVEN De derde manier om contacten te leggen bestaat uit het direct via de voordeur benaderen van bedrijven. Uitgangspunt vormde een onder auspiciën van de VNCI en het Verbond van Handelaren in Chemische Producten uitgegeven adressenlijst (2000). De nabijheid van scholen die als deelnemer van het project 'Microschaalexperimenten' tien of meer sets microschaalglaswerk hadden aangeschaft, onze inschatting van de bereidheid van de sectie scheikunde op die scholen, en het gegeven of een bedrijf naast een productie-afdeling ook een R&D-afdeling heeft, bepaalde de keuze van te benaderen bedrijven.

Na een telefonisch contact en zoeken naar de juiste aan te spreken persoon, stuurden we deze schriftelijk (of per e-mail) een voorlichtingsbrochure over het project. Binnen twee weken zochten we weer contact met het bedrijf. Soms was het materiaal niet ontvangen, en stuurden we het opnieuw. Soms werden we doorverwezen naar een andere persoon binnen het bedrijf. Als het bedrijf uiteindelijk belangstelling toonde, gingen we op bezoek om het project toe te lichten. De scheikundesecties van de scholen werden dan benaderd met de vraag of zij een samenwerking op prijs zouden stellen.

Opmerkelijk is dat benaderde bedrijven regelmatig aangaven dat zij in het verleden wel iets aan contacten met scholen gedaan hadden. Maar in de loop van de tijd waren de contacten verwaterd, bijvoorbeeld als gevolg van personeelsverloop (op de

school of in het bedrijf). Ook bij een succesvolle samenwerking zakt na verloop van tijd de zaak enigszins in. Zonder een nieuwe impuls wordt de samenwerking dan stilletjes beëindigd. Het samenwerkingsverband van Atofina en drie Zeeuwse scholen zet de samenwerking voort door onderwijsmateriaal over een ander onderwerp en voor een andere doelgroep te maken, maar Avebe in Veendam slaagde er niet in hun samenwerking met de scholen in de regio een nieuwe impuls te geven.

Veel bedrijven blijken geen eenduidig beleid ten aanzien van het onderwijs te hebben. Sommige bedrijven laten het geheel over aan hun branchevereniging VNCI ('daar betalen we immers contributie voor'), andere bedrijven nemen eigen initiatieven. Sommige bedrijven laten de werkmaatschappijen vrij op dit gebied. Bedenk daarom bij het benaderen van een bedrijf dat de ene lokatie de andere niet is: een afwijzing van Akzo Nobel in Amersfoort sloot niet uit dat we later in het project samenwerkingsverbanden vormden met bedrijven binnen drie business-units van Akzo Nobel. Met de komst van Jet-Net lijkt er binnen de deelnemende bedrijven wel een zekere vorm van afstemming te komen.

Bij veel bedrijven speelt het personeelsgebrek een negatieve rol: er is domweg geen personeel beschikbaar om inhoud aan de samenwerking te geven.

Sommige bedrijven reageerden afwijzend toen als mogelijke invulling een excursie werd genoemd. Zeker na '11 september' ging bij de Nederlandse dochters van Amerikaanse bedrijven de poort stevig op slot. Andere bedrijven zagen veel praktische bezwaren en waren bijvoorbeeld bang dat de laboratoria moesten sluiten als een groep leerlingen op bezoek zou komen.

Het lijkt daarom verstandig om bij het leggen van het eerste contact alle opties voor de invulling van de samenwerking open te houden.

WERVING VIA VERENIGINGSBLADEN EN CONGRESBEZOEK Daarnaast werd bekendheid aan het project gegeven door bezoek aan het KNCV-zomercongres 2001, om op de informatiemarkt contacten met vertegenwoordigers van bedrijven te leggen, en publicaties in de bladen van de chemische vereniging en de branchevereniging. Die publicatie in de verenigingsbladen hebben geen merkbaar effect gehad. Tijdens de informatiemarkt van het KNCV-zomercongres bleek wel een opmerkelijke belangstelling voor het project, die we ook bij verschillende benaderde bedrijven zagen. Het leverde enkele contacten met vertegenwoordigers van een aantal bedrijven op, die echter geen vervolg hebben gekregen. Toch lijkt het niet zinloos om, op zoek naar een samenwerkingspartner, op KNCV-bijeenkomsten te proberen contacten te leggen.

TERUGBLIK Het leggen en warmhouden van contacten is arbeidsintensief. Volgens Miranda Stephenson¹, manager van het Chemical Industry Education Centre (CIEC) van de University of York, is het benaderen van de bedrijven een full-time job. Netwerken moeten gevormd en onderhouden worden door niet alleen voortdurend bedrijven te bezoeken, maar ook conferenties, symposia en de nodige borrelcircuits. Het CIEC is zeer succesvol in het bij het onderwijs betrekken van bedrijven, en voert een groot aantal door bedrijven gefinancierde projecten uit.

Het vormen van contacten is kortom hard werken: de bedrijven komen niet vanzelf op de stoep staan. Daarbij speelt dat het voortgezet onderwijs geen directe leverancier van personeel is: als de keuze van een leerling al positief beïnvloed wordt, volgt er nog een lang opleidingstraject, waarbij het onduidelijk is of het betrokken bedrijf er direct nut van heeft. Verschillende bedrijven gaven dat ook te kennen; zij zouden wel willen meewerken aan een project dat zich op opleidingen richt die direct personeel afleveren, zoals het HLO.

Veel bedrijven blijken dan ook al op grote schaal activiteiten te ontplooiën met omliggende beroepsopleidingen. De bedrijven doen dit vaak om via stages en bedrijfsbezoeken personeel te werven. Deze activiteiten van de bedrijven kunnen aanleiding vormen tot uitbreiding naar het voortgezet onderwijs. De ervaring leert dat het benadrukken dat het schoolbezoek aan het bedrijf een integraal onderdeel vormt van het lesprogramma, in een meer positieve respons van het bedrijf resulteert (Mapletoft, 1994).

De problemen bij het vinden van deelnemende bedrijven is mogelijk te begrijpen vanuit de verhouding tussen het project, de bedrijven en de scholen. Het project is bedacht vanuit het belang van het scheikundeonderwijs. Goede contacten tussen scholen en bedrijven zouden immers niet alleen voor de bedrijven interessant zijn, maar vooral ook voor de scholen. Het project stelt daarom een vraag aan de bedrijven. Dat is een vraag die weliswaar appelleert aan een probleem dat de sector als geheel heeft: een (dreigend) tekort aan chemici, maar het is een vraag die wij aan de individuele bedrijven stelden, en die bedrijven niet aan ons.

Het onderzoek van de Stichting Weten (Diephuis et al., 2003, p. 51) is hier ook uitgesproken over: 'Het is kortom niet duidelijk voor welk probleem adoptierelaties een oplossing moeten bieden. Die duidelijkheid is wél van belang als men partijen wil interesseren om te investeren in adoptierelaties. Het mogelijke tekort aan wetenschappers is een algemeen maatschappelijk probleem. Daardoor voelen individuele aanbieders geen sterke prikkel om te investeren in adoptierelaties voor vwo-ers (uitzonderingen daargelaten). Het onderzoek laat hierover geen twijfel bestaan.'

Met de instelling van Jet-Net en de formulering van het probleem in termen van versterking van de kennisinfrastructuur lijkt hier een kentering in te komen.

¹ Op 6 juni 2001 bezocht Miranda Stephenson ons in Amsterdam.

Zoals verwacht treedt er wel een duidelijk ‘zwaan-kleef-aan’ effect op. Een startend project is minder aantrekkelijk voor een bedrijf dan een project waar al een aantal bedrijven in meewerken. Daar kunnen verschillende factoren een rol bij spelen:

- de wens om niet onder te doen voor de concurrentie;
- deelname van andere bedrijven kan als een garantie voor het nut van deelname opgevat worden.

Ook hier kan Jet-Net een positieve functie hebben voor de bereidheid van andere bedrijven om samenwerkingsverbanden met scholen aan te gaan.

*Leg als bedrijf contact met de scheikunde-sectie;
de docent is redelijk autonoom ten aanzien van de invulling van zijn lessen*

LERAAR

BEDRIJF ZOEKT SCHOOL

Een bedrijfsmedewerker zal bij zijn initiatieven naar scholen waarschijnlijk snel bij een scheikundedocent of de technisch onderwijsassistent (TOA) uitkomen. Docenten zijn vaak moeilijk bereikbaar: het grootste deel van de dag brengen ze in de klas door, waar ze in het algemeen niet gestoord kunnen worden. Vraag daarom naar de tijdstippen van de pauzes of bel direct na afloop van zijn of haar lessen. De TOA is in het algemeen beter bereikbaar, en heeft vaak telefoon in het scheikunde-kabinet.

Post aan ‘de sectie scheikunde’ komt in het postvakje van de sectieleider. Vaak puilen die vakjes uit met circulaire, reclames en mededelingen. Het is daarom van belang om de docent bij naam te kennen. Ratcliffe en Westin (2000, p. 10) raden bedrijven aan om onder het eigen personeel na te gaan of er collega’s zijn met kinderen op de plaatselijke school, of in een schoolbestuur. Zij kunnen dan de namen van leraren en schoolleiders leveren. Ook kunnen er collega’s zijn met partners, vrienden of burens in het onderwijs.

Het heeft ons weinig moeite gekost om contact te leggen met de scholen, en we kregen zelden ‘nee’ te horen op de vraag of de docent mee wilde werken. In de voorkomende gevallen werden nogal uiteenlopende redenen opgegeven: ‘Waarom krijg ik geen taakuren, terwijl Axis hier zoveel geld in steekt?’; ‘Mijn collega’s hebben hier geen zin in en ik wil het niet in mijn eentje trekken’ of ‘Onze school wordt verbouwd’, maar nooit een inhoudelijke afwijzing van het idee samen te werken met een bedrijf.

Ratcliffe en Westin (2000, p. 10) adviseren om je niet te laten afschrikken door een afwijzing of zelfs het uitblijven van een antwoord als je je richt tot een schoolleider of sectieleider. Probeer het gewoon nog eens bij een andere docent.

Hou bij het leggen van contact rekening met de schoolvakanties. Vooral in de periode vanaf het examen (in mei) tot de start van het nieuwe schooljaar (in

augustus) is het langdurig moeilijk om docenten te bereiken. Een overzicht van de schoolvakanties is te vinden op: www.minocw.nl/onderwijs/vakanties/datums.html

Maak goede afspraken om vrijblijvendheid in de samenwerking tegen te gaan
BEDRIJFSMEDEWERKER

SAMENWERKEN

Als het eerste contact gelegd is, kan de samenwerking beginnen. In sommige gevallen is het mogelijk om reeds in het eerste gesprek de lijnen voor het gehele project uit te stippelen. Als het goed 'klikt' nemen beide partijen als vanzelfsprekend taken op zich die ze ook daadwerkelijk kunnen uitvoeren. Maar dikwijls gaat het niet zo makkelijk, en kunnen de partners met een flinke kater komen te zitten: de een had meer verwacht van de bijdrage van de ander, een van beiden overvleugelt de ander, of afspraken worden niet nagekomen. Met als resultaat het opbreken van de samenwerking, of een product dat onbruikbaar blijkt te zijn. Het is daarom goed om eerst op een rij te zetten wat de wensen zijn, hoe de verantwoordelijkheden liggen, en hoe gecommuniceerd gaat worden.

Het rapport van de Stichting Weten (Diephuis et al., 2003, p. 57) wijst ook op het belang van een goed voortraject, en pleit voor het vastleggen van de afspraken in een convenant: 'Een samenwerkingsrelatie – zelfs in de meest eenvoudige vorm – is altijd lastig te organiseren. De relatie heeft alleen zin als er activiteiten uit voortvloeien. Deze activiteiten staan meestal haaks op bestaande routines en vragen tijd en inzet van alle partijen op alle niveaus. Het is daarom altijd aan te bevelen om de verantwoordelijkheden van elke partij goed vast te leggen. Omdat veel zaken bij de start nog onvoorspelbaar zijn, ligt het voor de hand om te beginnen met een convenant waarin de doelen, rollen en inspanningsverplichtingen van alle partijen worden gedefinieerd en wederzijds commitment wordt vastgelegd.'

*Zet als docent reeds voor het eerste gesprek op een rij wat je zou willen:
welke doelgroep, wanneer in het jaar, wat moet er gedaan worden*
LERAAR

Wees bescheiden in de opzet: begin klein en breid dat uit zodra het lukt
LERAAR

*Hou het simpel, ga bij de start niet teveel plannen,
maar begin gewoon samen aan het geven van een invulling*
BEDRIJFSMEDEWERKER

Stel samen een ruw tijdschema op voor de samenwerking
LERAAR

WENSEN Het samenwerkingsproject kan leiden tot een enkele activiteit, zoals een excursie naar het bedrijf, of tot een meeromvattend en samenhangend onderwijsaanbod. Zo'n onderwijsaanbod kan gericht zijn op verschillende

leerjaren: met het oog op de studiekeuze kan bijvoorbeeld zowel in basisvorming als in tweede fase aandacht aan de chemische industrie worden besteed. Er kan ook een samenhang ontstaan door zich te richten op verschillende doelgroepen, zoals een gastles en excursie voor alle leerlingen en een bedrijfsbezoek of -stage voor specifiek geïnteresseerden. Er kan ook een variatie in diepgang komen: een excursie en een voorschrift voor een daaraan verbonden practicum, tegenover een profielwerkstuk. Het is goed om een dergelijk doel voor ogen te houden, maar het kan ook verlamdend werken. Het ontwerpen van nieuw onderwijsmateriaal gaat niet iedereen even gemakkelijk af, en het is nutteloos om een mooie samenwerking aan te hoge ambities ten onder te laten gaan.

Het is daarom verstandig om eenvoudig te beginnen, en het project uit te breiden als blijkt dat het goed gaat. In zo'n eerste ronde kan dan ook ervaren worden of het 'klikt': lukt het iedereen om afspraken na te komen, stemmen de opvattingen overeen, is het bedrijf interessant genoeg, spreekt een en ander de leerlingen aan?

Het VNCI-adoptieproject had volgens een kwalitatief onderzoek van de Stichting C₃ een grote omvang: 'Ongeveer 60% van de 650 scholen (bovenbouw vwo) zijn bereikt, In totaal is 75% van de chemische bedrijven die aangesloten zijn bij de VNCI een adoptierelatie met een school aangegaan.' (Van de Graaf, 2002, p. 7) Deze adoptierelaties lopen nogal uiteen, variërend van de eenmalige financiering van deelname aan het project 'Microschaalexperimenten' tot uitgebreide projecten als dat van Atofina in Vlissingen. Naast een inhoudelijke samenwerking waaraan beide partijen bijdragen (zoals in deze handleiding telkens beoogd wordt), kan de relatie immers ook uitmonden in een sponsoringsrelatie. Het bedrijf is dan een soort suikeroom die goed is voor financiering van apparatuur, boeken, chemicaliën en software.

Diephuis et al. (2003, p. 58) noemen situaties waarin alleen de bedrijven de rekening betalen ongewenst, en zij wijzen erop dat in de Verenigde Staten nogal wat adoptierelaties gestrand zijn, omdat de financierende bedrijven de verleiding niet konden weerstaan om ook een commercieel belang na te streven.

De kennismakingsperiode kan dus gebruikt worden om na te gaan welke wensen beide partijen hebben, en of men met elkaars wensen uit de voeten kan.

De docent is de deskundige voor wat de leerling kan
LERAAR

*De docent moet het materiaal zelf schrijven of herschrijven;
als dat niet kan, moet het becommentariëren goed geregeld worden*
LERAAR

Het bedrijf moet zich goed informeren wat op school mogelijk is
LERAAR

Ga eens op een school kijken
BEDRIJFSMEDEWERKER

Vastgesteld moet worden wie de doelgroep is, en wat die aan kan
LERAAR

*Zorg dat je collega's op school ook betrokken raken bij het project:
doe het niet alleen, maar in teamverband*
LERAAR

VERANTWOORDELIJKHEID EN MOGELIJKHEDEN In een samenwerkingsproject begeven docenten en bedrijfsmedewerkers zich elk op een onbekend terrein. Er zijn uiteraard docenten die afkomstig zijn uit de industrie of zelfs uit het bedrijf waar ze mee gaan samenwerken. Andersom zijn er bedrijfsmedewerkers met ervaring in het onderwijs. Maar ook dan is het goed om een duidelijk beeld te krijgen van 'de andere partij'. Dat kan uiteraard door over en weer elkaar te bezoeken. Voor veel docenten is een chemisch bedrijf geen vertrouwde omgeving, en de huidige school voor voortgezet onderwijs verschilt qua inrichting, populatie en organisatie sterk van de middelbare school uit de jaren zestig en zeventig. Een rondleiding is niet alleen voor leerlingen leerzaam!

De docent is relatief autonoom in zijn klas, en bepaalt voor een belangrijk deel zelf welk onderwijsmateriaal er in zijn lessen gebruikt wordt. Voor wie nieuw materiaal wil maken is dat uiteraard een voordeel: er zijn weinig regels die verhinderen dat uit te proberen. Het is daarbij wel van belang dat de docent geheel achter het materiaal staat: hij kent zijn leerlingen, kent het curriculum en de mogelijkheden en beperkingen van de school (bijvoorbeeld bij het doen van practicum). Als het materiaal niet aan zijn eisen voldoet, zal hij geneigd zijn om het niet te gebruiken. Van de Graaf (2002, p. 11) meldt dat het niet lukte een succesvolle samenwerking van Avebe uit te breiden naar meerdere scholen. Het onderwerp zetmeelchemie (dat niet in het examenprogramma voorkomt) en het afgeronde onderwijsmateriaal waren kennelijk niet voldoende aantrekkelijk voor de docenten om te gebruiken. Het materiaal moet een bruikbaar alternatief vormen voor de gangbare lessituatie die meestal vorm krijgt door het gebruikte schoolboek. Het is daarom van groot belang dat de docenten zelf betrokken zijn bij het maken van het materiaal. Als docent moet je er wel voor waken dat je niet de enige bent die in de sectie het project

draagt. Samen met collega's en TOA aan het project werken kan bovendien een verrijking van het werk betekenen.

Hou elkaar goed op de hoogte en ken elkaars bereikbaarheid
BEDRIJFSMEDEWERKER

Kies de TOA als spil, mede vanwege de bereikbaarheid
LERAAR

Zorg dat de taken goed verdeeld zijn
BEDRIJFSMEDEWERKER

Laat één persoon binnen het bedrijf de leiding nemen, ook als contactpersoon naar de school
BEDRIJFSMEDEWERKER

COMMUNICATIE Het is van wezenlijk belang dat er goed gecommuniceerd wordt tussen de samenwerkingspartners. Niets is zo fnuikend voor de voortgang als er lange tijd niets van elkaar vernomen wordt, e-mails niet worden beantwoord, commentaar op een ontwerp uitblijft, docenten ten onrechte in de veronderstelling zijn dat het bedrijf de leerlingen op de hoogte brengt van het programma van het bedrijfsbezoek...

De communicatie moet zowel extern (tussen school en bedrijf) als intern goed geregeld worden. Het best kiest elk van de partners een contactpersoon. In de school is de TOA vaak het best bereikbaar. De partnerschappen van school en bedrijf zullen echter vaak gedragen worden door het enthousiasme van een enkele docent en een enkele bedrijfsmedewerker. Zolang het goed gaat is dat geen probleem, maar indien één van beide personen wegvalt, loopt het samenwerkingsverband gevaar. Daarom is het verstandig om ook intern de communicatie goed te regelen en (minimaal) een tweede persoon binnen het bedrijf en een tweede docent, of de TOA, binnen de school goed op de hoogte te houden van het verloop binnen het partnerschap. Ziekteverzuim of ontslag kan dan gemakkelijker opgevangen worden. In Californië (V.S.) houden wetenschappers uit de industrie en docenten logboeken bij van hun interacties (Miller & Taagepera, 1996). Dit is in eerste instantie bedoeld als middel voor evaluatie, maar kan ook goed voor de overdracht aan een collega gebruikt worden.

3. SAMEN ONDERWIJS MAKEN

Geef het project een behoorlijke tijd om te starten. Denk daarbij aan een periode van vijf jaar

BEDRIJFSMEDEWERKER

Voor veel docenten is het gekozen schoolboek het belangrijkste richtsnoer bij het onderwijs. Dat is begrijpelijk, want het boek dekt als het goed is de gehele examenstof, verdeeld in logisch op elkaar volgende hoofdstukken. Uitgevers optimaliseren het boek voortdurend, en trainen de docenten tijdens gebruikersdagen in het gebruik van het boek. De docentenhandleiding geeft suggesties voor proefwerken en practica. Niet voor niets spreekt men vaak over een 'methode'. De omvang van het examenprogramma laat weinig ruimte voor extra's. Wie buiten de methode treedt, bezorgt zichzelf en zijn leerlingen extra werk. Additioneel lesmateriaal komt immers bovenop het reguliere programma. Het is daarom zaak de samenwerking met een bedrijf goed in het programma in te passen, bijvoorbeeld door op een hoofdstuk uit het boek aan te sluiten. Daarnaast biedt het examenprogramma een aantal aanknopingspunten voor inpassing: de praktische opdrachten, het profielwerkstuk, en het handelingsdeel.

Omdat de vernieuwde tweede fase inmiddels aan zijn eerste revisie toe is, en met name het examenprogramma van scheikunde op de schop gaat, staan we daar eerst even bij stil. Vervolgens bespreken we op welke manier de samenwerking in het programma ingepast kan worden, en tenslotte laten we verschillende uitwerkingen de revue passeren. In het volgende hoofdstuk staat een beschrijving van de in het project gerealiseerde samenwerkingsverbanden.

Zoek ruimte in het programma, of maak het door een ander onderdeel achterwege te laten

LERAAR

Gebruik de mogelijkheden die de plannen van de commissie Van Koten gaan bieden om de samenwerking aan te gaan

BEDRIJFSMEDEWERKER

EEN PLEK VOOR SAMENWERKING IN DE VERNIEUWDE TWEEDE FASE

De samenwerking tussen school en bedrijf moet uiteraard een plaats krijgen in het lesprogramma. Het programma voor het schoolvak scheikunde wordt door veel docenten echter als overladen ervaren, waardoor er weinig ruimte lijkt te zijn voor het ondernemen van activiteiten die niet direct in dat programma passen. Dat is jammer, want de geest van de tweede fase lijkt toch positief te staan tegenover samenwerking tussen scholen en bedrijven. Het examenprogramma heeft immers een handelingsdeel gekregen, dat voorschrijft dat leerlingen opdrachten uitvoeren waarbij oriëntatie op vervolgopleidingen en beroepsperspectieven centraal staan. Het deelnemen aan excursies waar natuurwetenschappelijke en/of technische aspecten aan zijn verbonden, en het informeren naar toekomstperspectieven bij vervolg-

opleidingen en beroepen waar natuurwetenschappen en/of techniek een rol spelen worden daarin expliciet genoemd.

De oorzaak van de overladenheid ligt voor velen in het feit dat scheikunde flink tijd heeft ingeleverd. Het gaat daarbij zowel om de tijd die de leerlingen beschikbaar hebben voor het examenprogramma, als de tijd die de docent voor zijn leerlingen heeft. Met de invoering van de tweede fase is het aantal vakken dat de leerlingen moeten volgen uitgebreid. Dat betekent dat zij hun tijd over meer vakken moeten verdelen. De omvang van het examenprogramma is maar ten dele daarop aangepast: de reductie van het programma is kleiner dan die van de beschikbare tijd. Bovendien werd gestreefd naar een reductie van de lestijd met 25-50% (Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs, 1994, p. 77). De 'ingeleverde' lestijd zou ten goede komen aan de individuele begeleiding van leerlingen, in het bijzonder bij de uitvoering van de praktische opdrachten en het profielwerkstuk. De realiteit is anders: deze contacttijd wordt nu ingezet als lestijd voor andere klassen. In totaal geeft een docent daardoor aan meer klassen les. Vooral in het havo heeft dat tot knelpunten geleid. Het vakdossier 2001 (Morélis, Reinalda, & Bolt, 2001, p. 13) schrijft daarover dat de problemen bij scheikunde vergelijkbaar zijn met die bij natuurkunde 'als het gaat om overladenheid, de situatie van het deelvak (S1) ten opzichte van heelvak (S1,2), onvoldoende practicum en het niet toekomen aan goede begeleiding door onvoldoende contacttijd. (...) Bij havo is de situatie erg nijpend. Schrappen wordt niet gezien als de oplossing: 'dan blijft er niets meer over.' Toch is er voor gekozen om te gaan schrappen: elk jaar bepaalt de CEVO welke onderdelen van het examenprogramma niet getoetst zullen worden.

Tijdgebrek en schrappen van onderdelen leveren echter een onevenwichtig programma op, waarin bovendien het practicum in de knel komt:

'Voor de natuurwetenschappen is het essentieel dat problemen worden opgelost door het uitvoeren van experimenten die dan vervolgens een antwoord geven op een gestelde (onderzoeks)vraag. Dit aspect maakt dus deel uit van het onderwijsprogramma in de natuurwetenschappen. Het lag in de lijn der verwachting dat de toegenomen belangstelling voor vaardigheden in de Tweede Fase er toe zouden leiden dat de zogenaamde practicumvaardigheden meer prioriteit zouden krijgen. Maar het door leerlingen laten uitvoeren van natuurwetenschappelijke experimenten vereist extra begeleiding dus contacttijd en daar schort het nu juist aan. Bovendien ondergroeven de verlichtingsmaatregelen ook nog eens de noodzaak tot het uitvoeren van leerlingexperimenten met als gevolg dat in de meeste scholen nu de practicumvaardigheden zijn afgenomen in plaats van toegenomen.' (Morélis et al., 2001, p. 16)

Anders dan verwacht lijkt de tweede fase dus minder gelegenheid te bieden om aandacht te schenken aan zaken naast het programma.

MEER RUIMTE IN HET NIEUWE PROGRAMMA In het onderzoek naar adoptierelaties van de Stichting Weten wordt gehoopt dat er toch meer ruimte in het

programma zal komen (Diephuis, 2002, p 46): ‘Het is aan te bevelen dat bij de evaluatie van de Tweede Fase havo en vwo in 2003 er een advies komt over meer ruimte in het curriculum van met name het vwo voor de kennismaking met wetenschap en wetenschappelijk werk.’

De onvrede over het scheikundeprogramma is echter al ouder dan de vernieuwde tweede fase. Sterker, het was de vakontwikkelgroep Binask zelf die schreef (1995, p. 239 en p. 304): ‘Het aanbrengen van de noodzakelijke vernieuwingen behoorde niet tot de taak van de vakontwikkelgroep. (...) Daarom wordt bepleit dat in de nabije toekomst tijd, geld en middelen worden vrijgemaakt om alsnog de noodzakelijke ontwikkelingen te stimuleren en vernieuwing te realiseren.’

De discussie over een nieuw programma werd daarna aangezwengeld door de ‘Eenhoorngroep’ die een aantal dilemma’s van het scheikundeonderwijs op een rij zette (Bulte et al., 1999). In feite bereidde die discussie de instelling van een Verkenningcommissie scheikunde voor, die in opdracht van de minister van OC&W de situatie van het vak scheikunde in het voortgezet onderwijs in kaart bracht. Ook deze commissie, onder voorzitterschap van de Utrechtse hoogleraar Van Koten, stuitte op het overvolle programma, en stelde een fikse ingreep voor (Verkenningcommissie Scheikunde, 2002, p. 20): ‘Het scheikunde-onderwijs zal zich moeten bevrijden van het huidige keurslijf van het eindexamenprogramma. Het examenprogramma zal zich moeten richten op kernzaken. De vrij komende ruimte zal dan beschikbaar komen voor nieuwe initiatieven, zowel binnen de scholen als in samenwerking met en afgestemd op andere betrokkenen met name HBO’s, universiteiten en de industrie. Dit zal een lange termijnproces van continue ontwikkeling en vernieuwing in gang zetten, op weg naar creatief scheikunde-onderwijs dat open staat naar andere disciplines.’ De Verkenningcommissie scheikunde werd na het uitbrengen van haar bevindingen omgezet in de Vernieuwingscommissie scheikunde, die in opdracht van de minister uiterlijk 1 juni 2003 advies uit moest brengen over de hoofdlijnen van het vak scheikunde in de bovenbouw van vwo en havo.

Ook de KNAW-klankbordgroep voortgezet onderwijs bekritiseert de dwang die uitgaat van het examenprogramma (Huisman, 2003, p. 29): ‘De zeer gedetailleerde eisen van het centraal schriftelijk eindexamen hebben van leraren vooral uitvoerders gemaakt. Het curriculum is te veel een keurslijf dat leraren belet te doen waarvoor ze zijn opgeleid, namelijk vakinhoudelijk en vakdidactisch verantwoorde lessen ontwerpen die leerlingen inspireren. Alles investeren ze om hen zo goed mogelijk op de toetsen voor te bereiden. En omdat deze doorlopend plaatsvinden, staat het onderwijs in de tweede fase geheel in de ‘examensteigers’. Velen voelen zich louter lesboeren die niet de gelegenheid krijgen hun kwaliteiten in te zetten voor verdieping en verrijking van de lesstof. Om het vak van leraar voor de langere termijn aantrekkelijk te maken zetten tv- en radiospotjes weinig zoden aan de dijk. Leraar zijn is dan misschien wel elke dag anders, het blijft niettemin elk jaar hetzelfde.’

De KNAW-klankbordgroep wil daarom onderscheid maken tussen duurzame kernconcepten en kernvaardigheden aan de ene kant en wisselende theoretische en praktische contexten aan de andere kant (p. 8). Docenten krijgen dan een taak om die wisselende contexten in te vullen: zij moeten ‘ontwerpde docenten’ worden (p. 29): ‘Geef binnen een profiel het lerarenteam de gelegenheid om lesmodules te ontwerpen en daarbij contexten te gebruiken die ze al dan niet via internet aangereikt kunnen krijgen. Ook kan zo’n team verdiepende stof aanbieden aan leerlingen met specifieke talenten.’ Ze moeten daar niet alleen in komen te staan: ‘Vakdidactische en lerarenopleidingen zouden het ontwerpen en invoeren van zulk lesmateriaal systematisch kunnen ondersteunen. Vooral de universiteiten hebben hier een uitdagende taak te vervullen.’

Deze ideeën komen overeen met die van de Vernieuwingscommissie scheikunde, die zelfs voorstelt om niet meer dan 30% van de tijd aan de kernconcepten te besteden, en 70% van de tijd aan de contexten. Tijdens het schrijven van deze handleiding was het definitieve rapport van de Vernieuwingscommissie nog niet openbaar, maar wel reeds aan de minister van OC&W aangeboden. De plannen van de commissie lijken bij haar in goede aarde te vallen, blijkt uit een brief aan de Tweede Kamer: ‘Veel leerlingen kiezen (...) in het voortgezet onderwijs wel een bètaprofiel, maar ze worden daardoor niet voldoende gemotiveerd om daarna voor een bètastudie te kiezen. Er is hier dus veel te winnen, en het is belangrijk om daarbij gebruik te maken van het momentum dat nu aanwezig lijkt. Dat kan worden benut door op twee sporen te opereren. In de eerste plaats een herziening van alle beta-vakken in het voortgezet onderwijs, in de lijn van hoe de Commissie - Van Koten reeds bezig is voor het vak scheikunde.’ (Van der Hoeven, 2003b, p. 5)

Het lijkt er dus op dat in het programma niet alleen tijd beschikbaar komt voor samenwerkingsrelaties tussen scholen en bedrijven, maar dat het samen ontwerpen van onderwijsmateriaal eerder norm dan uitzondering zal worden.

Probeer een koppeling met het reguliere programma te maken

LERAAR

VIER MANIEREN VAN INPASSEN

Voorlopig moet de ‘ontwerpde docent’ binnen het bestaande programma blijven. In de gevormde samenwerkingsverbanden zijn vier manieren bedacht om de activiteiten die uit het contact voortvloeien in het programma in te passen:

- Aansluiten op een hoofdstuk ‘industriële chemie’;
- Aansluiten op de chemische inhoud;
- Samenwerken met andere vakken;
- Gebruikmaken van de mogelijkheden van het profielwerkstuk.

*Zie de samenwerking niet als werving voor de chemische industrie,
maar als het bieden van een reëel beeld aan de leerlingen*

LERAAR

AANSLUITEN OP EEN HOOFDSTUK 'INDUSTRIËLE CHEMIE' Voordat het project begon werd in Zeeland reeds samengewerkt door Elf Atochem (thans Atofina Vlissingen) en de drie openbare scholen: Scheldemond in Vlissingen, Nehalennia in Middelburg en Het Goese lyceum in Goes. In deze samenwerking, die model stond voor het project, werd aandacht besteed aan de Grignard-reactie die in de productieprocessen van Atofina centraal staat. Deze reactie vormt echter geen onderdeel van het examenprogramma, maar leende zich goed voor miniaturisatie: de werkwijze in de klas en in de fabriek lijken, afgezien van de schaal (een batch-reactor meet 8 m³, een kolfje 3 mL: qua orde wordt op school dus werkelijk op 'microschaal' gewerkt), zeer sterk op elkaar. De lesbrieven over Grignard-reacties vervangt voor een groot deel het hoofdstuk 'Industriële chemie' uit het laatste jaar. In 1998 werd de samenwerking tussen Elf Atochem en de drie scholen geëvalueerd. Iedere betrokkene was tevreden en van mening dat het project voortgezet moest worden. Er werden kleine aanpassingen aangebracht in het programma en in de lesmap. Er werd ook overwogen om het project de volgende keer in vwo 5 uit te voeren, o.a. in verband met de studiekeuze, maar uiteindelijk werd besloten om de uitvoering in vwo 6 te handhaven. De aansluiting bij het onderdeel industriële chemie, dat door het gebruikte schoolboek in vwo 6 behandeld wordt, werd belangrijker gevonden. Wel werd het bedrijfsbezoek in 1999 reeds in oktober afgelegd; dus nog redelijk in het begin van het schooljaar wanneer de studiekeuzes nog niet helemaal vast liggen (Boer, 2001).

In een examenjaar speelt de beoordeling van de prestaties van de leerlingen een grote rol. Elf Atochem eiste dat het bezoek dat de leerlingen aan het bedrijf brengen niet te vrijblijvend mocht zijn en verworden tot een schoolreisje. Op het schoolexamen worden daarom vragen over Elf Atochem gesteld.

Leg de koppeling bij voorkeur chemie-inhoudelijk en niet bij het hoofdstuk industriële chemie

LERAAR

AANSLUITEN OP DE CHEMISCHE INHOUD De samenwerking tussen Quest International in Naarden en Huizermaat in Huizen functioneerde als een pilot voor het project. Quest International is een belangrijke producent van voedseladditieven, waaronder geur- en smaakstoffen en emulgatoren. Chemisch gezien gaat het veelal om esters. De behandeling van esters (verestering, eigenschappen, verzeping) vormt een belangrijk deel van de in het voortgezet onderwijs behandelde koolstofchemie. In de lessenserie 'Chemie in de praktijk' werd de theorie over esters behandeld, maakten de leerlingen een bananensmaakstof en een emulgator, werd Quest International bezocht en werden de zelfgemaakte producten vergeleken (op geur en luchtvasthoudend vermogen) met de producten van het bedrijf. In het samenwerkingsverband tussen Quest International en Huizermaat is gekozen voor een inpassing in het programma op grond van de chemische inhoud, dus

naast de behandeling van esters. Een dergelijke inhoudelijk koppeling verdient de voorkeur van de meeste docenten die bij het project betrokken zijn. Daar kwam volgens de docente nog een voordeel bij: esters worden in een voor-examenklas behandeld, terwijl 'Industriële chemie' pas aan het eind van het examenjaar aan bod komt: een moment waarop de meeste leerlingen al een vervolgstudie gekozen hebben (Kokelaar, 2001).

Het bleek bovendien dat op deze school de mentoruren waarin over loopbaanontwikkeling en studiekeuze wordt gepraat, georganiseerd worden vanuit de interesse van de leerlingen. Via software voor beroeporiëntatie zoeken ze naar opleidingen en beroepen die hen leuk lijken. Omdat weinig leerlingen ouders of bekenden hebben die in de chemische industrie werken, is dat een onbekend perspectief, en zullen ze daar geen informatie over zoeken. De samenwerking met een bedrijf kan om die reden het best vroeg in het curriculum plaatsvinden. Voor Elf Atochem en de drie scholen lag die mogelijkheid minder voorhanden; de Grignard-reactie is geen examenstof.

Beide benaderingen hoeven elkaar niet uit te sluiten. De samenwerking tussen Norit en het Zaanlands Lyceum in Zaandam richt zich gekoppeld aan scheidingsmethoden op de derde klas, en gekoppeld aan industriële chemie op de zesde klas. Ook in Zeeland vond uitbreiding naar een vroeger jaar plaats: een nieuw project voor havo, over afvalwaterzuivering, werd in het voorexamenjaar gepland.

Stem een excursie goed af binnen de school

LERAAR

SAMENWERKEN MET ANDERE VAKKEN Samenwerking met een chemisch bedrijf kan in een veel breder perspectief worden gezien dan alleen gericht op het vak scheikunde. Deze vorm van samenwerking die ook werd gebruikt in het Duitse 'Kontaktnetz Industrie-Schule' was ons reeds uit de literatuur bekend (Vollmer, 1998; Vollmer & Merschhemke, 1997), maar zou ook in het project worden uitgewerkt. Eén van de scholen uit de eerste ronde, het Bernardinuscollege in Heerlen heeft hier voor gekozen. Deze keuze werd deels uit nood geboren, omdat het geplande bedrijfsbezoek bij DSM twee dagen in beslag nam. Uiteindelijk is die verbreding niet gelukt omdat collega's uit de andere vakken weliswaar aangaven geen er bezwaar tegen te hebben, maar uiteindelijk niet bereid waren energie en tijd in de samenwerking te steken.

Binnen het project is daardoor geen ervaring opgedaan met een samenwerking tussen verschillende schoolvakken. De (niet langer verplichte) samenwerking bij de profielwerkstukken heeft wel op veel scholen geleid tot samenwerking tussen gelijksoortige (tot het zelfde profiel behorende) vakken. Samenwerking met algemene natuurwetenschappen (ANW) is ook mogelijk. Op het Vossiusgymnasium in Amsterdam zal zowel bij scheikunde als bij ANW naar gewasbeschermingsmiddelen (pesticiden) gekeken worden. Ook in de onderbouw is een

dergelijke samenwerking bekend. Een recent overzicht wordt gegeven door het SONaTe-project (Geraedts, Boersma, Huijs, & Eijkelhof, 2001).

Samenwerking tussen niet-gelijksoortige schoolvakken lijkt minder voor de hand te liggen, maar komt wel voor tijdens projectweken. Opmerkelijk is dat een dergelijke vakkenintegratie ook op verschillende plaatsen in het hoger onderwijs voorkomt. De Universiteit van Amsterdam kent een bèta-gamma propaedeuse, en cursussen milieukunde zijn meestal multi- of interdisciplinair van opzet. De chemisch-technoloog Hans Wesselingh uit Groningen laat eerstejaars studenten technische bedrijfskunde een ontwerp van een methanolfabriek maken (Wesselingh, 2001).

In de omtrek van Keulen bestaat een 'Kontaktnetz Industrie-Schule Köln' (KIS-Köln). Het initiatief werd genomen door de chemiedidactici aan de Heinrich-Heine Universität Düsseldorf. In samenwerking met meer dan dertig bedrijven werd een bundel onderwijsmateriaal vervaardigd, telkens toegespitst op een van de bedrijven (Vollmer & Merschhemke, 1997). Daarin wordt aangegeven dat een project 'Chemie in unserer Region' ook als een 'Gesamtprojekt' kan worden uitgevoerd. Naast de natuurwetenschappelijke aspecten worden daarom o.a. ook lokaal-politieke, economische, historische en milieuaspecten genoemd. Van verschillende in de bundel opgenomen onderwijseenheden wordt aangegeven dat ze bruikbaar zijn bij de schoolvakken biologie, techniek, maatschappijleer, aardrijkskunde en Duits. Maatschappijleer en aardrijkskunde waren zelfs bij 90% van de projecten betrokken (Vollmer, 1998). Het voorbeeld van de samenwerking tussen BASF Pigment GmbH Köln en het nabijgevestigde Rhein-Gymnasium laat echter zien dat het voor de school wel een 'Gesamtprojekt' kan worden genoemd, maar dat het gaat om een reeks losstaande deelprojecten bij de afzonderlijke vakken: in het achtste leerjaar bij 'Politik', in het negende bij scheikunde, in het elfde bij 'Sozialwissenschaft' en in het twaalfde bij aardrijkskunde.

Het project 'Bodem' van het Erasmus College in Zoetermeer is een Nederlands voorbeeld waarbij scheikunde daadwerkelijk met een vak van buiten een N-profiel samenwerkt (Van der Ven, 1997): 'Bodem is een onderwerp waar de vakken aardrijkskunde en scheikunde elkaar in de praktijk tegenkomen. Voor bijvoorbeeld een drinkwaterbedrijf is het belangrijk de bodemopbouw (...) te kennen om te weten hoe diep de waterlagen zich bevinden. De kwaliteit van het grondwater wordt bepaald door de bodemkwaliteit, aangezien het regenwater daar doorheen zakt en al dan niet vervuilende stoffen opneemt.'

Het is van belang dat de twee vakken zoveel overlap hebben, dat een gemeenschappelijk activiteit, het nemen van bodemonsters, mogelijk wordt en zinvol is.

Een profielwerkstuk biedt veel mogelijkheden; zorg wel dat het behapbaar is

BEDRIJFSMEDEWERKER

GEBRUIKMAKEN VAN DE MOGELIJKHEDEN VAN HET PROFIELWERKSTUK
Het profielwerkstuk biedt 80 studielasturen die inhoudelijk vrij te besteden zijn. Vergeleken met de uren die de minister van OC&W voor scheikunde beschikbaar wil stellen: 320 voor havo en 440 voor vwo (Van der Hoeven, 2003a), biedt dat veel

ruimte. De Stichting Weten (Diephuis et al., 2003, p. 53) noemt het profielwerkstuk en de daaraan voorafgaande praktische opdrachten 'Een pragmatisch aanknopingspunt voor adoptierelaties' en meldt dat 'met name de universiteiten (...) al veel gebruik (maken) van de mogelijkheden die de profielwerkstukken in het kader van hun aansluitingsprojecten bieden.'

In drie gevallen hebben leerlingen de mogelijkheid hun profielwerkstuk in het kader van het samenwerkingsverband uit te voeren.

- DSM Research in Geleen biedt de leerlingen stages aan, en zelfs betaald vakantiewerk op de researchafdeling. Wim Buijs benadrukt in het artikel 'DSM-onderwijsprogramma "Science is hot" werpt vruchten af' (2003) het belang daarvan: 'Wij lieten leerlingen op onze researchafdeling meewerken en proeven doen. Hun resultaten waren echt van belang voor het verdere onderzoek. (...) Ik vind dat jonge mensen met levensecht onderzoek in aanraking moeten komen.'
- Organon en Diosynth in Oss bieden een beperkt aantal koppels leerlingen een stageweek aan. Deze is afgeleid van een inwerkprogramma voor MLO-studenten. Een literatuuronderzoek in het verlengde van de stage zorgt voor een verdere verdieping.
- DSM Coatings Resins in Zwolle biedt de leerlingen onderzoeksvragen en stelt de school apparatuur ter beschikking. Er wordt dus op school aan het profielwerkstuk gewerkt.

Het profielwerkstuk biedt dus ruime mogelijkheden, maar bereikt niet alle leerlingen. Bovendien spreekt het vooral de meest gemotiveerde leerlingen aan. Het profielwerkstuk zal daarom bij voorkeur deel uitmaken van een groter geheel aan activiteiten in het kader van de samenwerking tussen school en bedrijf.

Begin klein, met als minimum een excursie en een les op school

LERAAR

INDUSTRIE IN DE KLAS EN DE KLAS IN HET BEDRIJF

De eenvoudigste invulling van de samenwerking is een excursie (met rondleiding) naar het bedrijf. Om te voorkomen dat het niet meer dan een uitje wordt, moet dat bezoek op de een of andere manier in de klas voorbereid worden. Door Ratcliffe en Westin (2000) wordt opgemerkt dat er daadwerkelijk verschillen zichtbaar zijn als het bedrijfsbezoek op school is voorbereid of niet. Die verschillen blijken uit het vermogen van de leerlingen om vragen te stellen en in de mate van feedback die zij geven. Volgens Hofstein en Kesner (1996) moet het bezoek aan het bedrijf samenvallen met het onderwerp op school op dat moment. De voorbereiding kan op verschillende manieren gebeuren, zoals een gastles door een medewerker van het bedrijf, een practicum, of een video zoals 'Actief met Chemie' (Bureau DST, 1996) of 'Industrial Chemistry' (Lister, 1998).

Het bedrijfsbezoek kan ook ingebed zijn in een project of lessenserie die op school wordt uitgevoerd. In het project 'Industrie op microschaal' werd beoogd om het

bedrijfsbezoek vooral inhoudelijk aan te laten sluiten op activiteiten in de klas. Ideaal zou zijn als de leerlingen een experiment op school (op microschaal) zouden koppelen aan het industriële proces, en daarmee ook kennis maakten met de opschalingsproblematiek. Helaas bleek het in veel gevallen te moeilijk om het proces ook daadwerkelijk zo ver te miniaturiseren.

Wees flexibel: pin jezelf niet vast op een werkvorm of op de inhoud

BEDRIJFSMEDEWERKER

Er zijn dertien samenwerkingsverbanden gevormd. In die samenwerkingsverbanden zijn verschillende manieren bedacht om onderwijs te verzorgen rond de kern van les en excursie. De activiteiten die in de scholen zijn ontplooid komen vertrouwd over en lijken daardoor in eerste instantie niet zo bijzonder. Zo worden er practica uitgevoerd (soms van grotere omvang dan een enkel lesuur) of worden lessenseries gebruikt met daarin een practicum. Het bijzondere is echter de inhoudelijke koppeling van het onderwijs aan het samenwerkende bedrijf: het werk in de klas sluit aan bij reële contexten.

We zullen de activiteiten hieronder naar hun vorm ingedeeld bespreken:

- Gastles;
- Bedrijfsbezoek;
- Stage;
- Practicum;
- Lessenserie.

*Leerlingen waarderen een gastles:
ze vinden het bijzonder dat iemand de tijd heeft gevonden om naar school te komen*

LERAAR

Zoek jonge mensen in het bedrijf die een goed verhaal kunnen houden

BEDRIJFSMEDEWERKER

GASTLES Een gastles, verzorgd door een chemicus uit een bedrijf, kan een mooie voorbereiding zijn op een bezoek aan dat bedrijf. Sabo et al. (1997) beschrijven een Amerikaans programma, waarbij teams geformeerd worden van één of meer zogeheten 'industrie-ambassadeurs', een docent van de highschool en een lid van de faculteit scheikunde van een college in de regio. Een succesvol programma omvat volgens hen twee gastlessen door de industrie-ambassadeur, een bezoek aan het bedrijf en een practicum gebaseerd op de chemie van het betrokken bedrijf. Deze drie onderdelen zijn gericht op het oplossen van een realistisch probleem, dat in het bedrijf kan optreden.

In eerste instantie kan gedacht worden aan een gastles waarin aandacht wordt besteed aan hetgeen de leerlingen in het bedrijf gaan zien, of hebben gezien. Zo

demonstreerde een medewerker van Elf Atochem een Grignard-reactie voordat die in het bedrijf bekeken zou worden, en werd op het Bernardinuscollege een les ‘Van lucht en aardgas naar melamine’ gegeven, aansluitend op een bedrijfsbezoek over de chemische basisindustrie.

De gastles kan ook betrekking hebben op een onderwerp uit het reguliere curriculum. Een medewerker van Diosynth heeft op het Maastrandcollege in Oss een gastles verzorgd over chromatografie. De meerwaarde hiervan is dat duidelijk kan worden dat een schijnbaar schools onderwerp in een industriële context van groot belang is. De gastles hoeft zich trouwens niet tot een chemisch onderwerp te beperken: een medewerker van de octrooiënafdeling van DSM heeft op het Bernardinuscollege in Heerlen een gastles ‘Octrooi en chemie’ verzorgd.

Het is zinvol om de gastles samen met de docent voor te bereiden. Hij kent zijn leerlingen en kan hun voorkennis beter inschatten.

Hoewel in strijd met het minimum van een excursie en een les, kan de gastles om praktische redenen ook in plaats van een excursie komen: het is niet voor ieder bedrijf mogelijk om een groep van honderd leerlingen te ontvangen.

Laat zien welke beroepen je binnen het bedrijf hebt en welke opleiding daar bij hoort

BEDRIJFSMEDEWERKER

Zorg dat bij een bezoek aan een laboratorium uitleg wordt gegeven bij de verschillende apparaten

LERAAR

BEDRIJFSBEZOEK Het bedrijfsbezoek vormt de kern van de samenwerking, maar kan op verschillende manieren worden ingevuld. De excursie waaraan de leerlingen min of meer passief deelnemen lijkt het meest voor de hand te liggen, maar het bedrijf kan ook een echte werkplek zijn, waar leerlingen experimenten uitvoeren die op school niet of slechts met moeite mogelijk zijn.

Excursie / rondleiding Het klassieke bedrijfsbezoek bestaat uit een ontvangst op het bedrijf en een rondleiding langs de verschillende afdelingen, onderbroken door een lunch of afgesloten met een drankje en een hapje.

Ratcliffe en Westin (2000) geven in hun ‘guide for companies’ aanwijzingen hoe een dergelijk bezoek goed voorbereid kan worden, en illustreren dat met elf case-studies van bezoeken door leerlingen uit verschillende leeftijdscategoriën. Omdat het bezoek dikwijls de eerste kennismaking met de chemische industrie is, is het van belang het bezoek goed voor te bereiden opdat de kennismaking gunstig uitvalt. Zo’n goede voorbereiding bestaat uit een aantal stappen. Na het leggen van contact is het van belang dat de docent vooraf een bezoek aan het bedrijf brengt en daar rondgeleid wordt. Daarna is het voor hem makkelijker om mee te werken aan de voorbereiding van het bezoek door de leerlingen. Vervolgens moet het bezoek intern geregeld worden, en moeten de leerlingen op school voorbereid worden. Elk bezoek moet tenslotte geëvalueerd worden. De gids is van Internet te downloaden (zie literatuurlijst).

De excursie kan op zich staan maar kan ook een voorbereiding zijn op activiteiten in de klas: de katalysatorfabriek van Akzo Nobel Catalysts werd eerst bezocht en daarna gingen de leerlingen tijdens een serie practicumlessen het dragermateriaal voor een katalysator maken die zij daar later op aanbrachten. De excursie kan ook in de lessenserie geïntegreerd zijn: het bezoek aan Quest International werd in de klas voorbereid door een les over voedingsadditieven en de synthese van twee additieven. Na de excursie werd het zelfbereide product vergeleken met een product uit de fabriek.

Een excursie is behoorlijk ingrijpend voor de gewone gang van zaken, zowel op school als in het bedrijf. Als de excursie onder schooltijd plaatsvindt, moeten er andere lessen uitvallen. Omdat het bezoek altijd onder werktijd valt, moet er in het bedrijf met het oog op de veiligheid voorzieningen worden getroffen. Een grote groep jongere leerlingen geeft daarbij andere problemen dan een kleine groep 6-vwo'ers. Verschillende bedrijven willen om veiligheidsredenen geen leerlingen ontvangen, of alleen als het bezochte deel van de fabriek of het laboratorium buiten bedrijf is.

Dat betekent dat een excursie goed gepland moet worden, en er goede afspraken moeten worden gemaakt over praktische zaken als datum en tijd (verzekert je ervan dat er die dag geen schoolbrede toets wordt afgenomen), over gedragsregels (worden laatkomers nog binnengelaten?), en de groepsgrootte.

Plek om te werken De excursie kan meer dan een bezoek aan het bedrijf zijn als er activiteiten worden aangeboden waar de leerlingen actief aan kunnen deelnemen. Een stap verder is het aanbieden van de mogelijkheid om in het bedrijf experimenten te doen die op school onuitvoerbaar zijn. Bij Peter Greven en bij Purac Biochem analyseerden de leerlingen het product dat zij op school hadden gemaakt. Bij Norit voerden zesde klassers experimenten uit in het kader van hun eigen onderzoek. DSM Research organiseerde een tweedaagse excursie met een computer-practicum, waardoor leerlingen in staat werden gesteld met programmatuur voor 'molecular modelling' te werken die tot nu toe voor scholen niet beschikbaar zijn.

Planning en tevredenheid In veel samenwerkingsverbanden maakte een excursie naar het bedrijf deel uit van het onderwijsaanbod. In een aantal gevallen was het bezoek aan het bedrijf echter slecht gepland ten opzichte van de activiteiten in de klas: te lang ervoor of te lang erna. Dat is duidelijk een aanloopfout. Als na verloop van tijd het onderwijsmateriaal klaar is en duidelijk is hoe de samenhang moet zijn, kan een betere planning gemaakt worden.

De grootte van de bezoekende groep leerlingen bepaalt voor een belangrijk deel de mogelijkheden. In een grote groep kan makkelijker geklierd worden, terwijl een kleine groep het toelaat dat er in het bedrijf praktisch werk wordt verricht. Soms

realiseerden de bedrijven zich de omvang van de klassen niet. Als een docent op een moment dat het rooster het toelaat met een grote groep leerlingen op bezoek wil komen, kan dat in het bedrijf zeer ongelegen komen. Als het bedrijf echt geen grote groepen kan ontvangen, kan het bezoek beperkt worden tot leerlingen die een bepaalde praktische opdracht willen uitvoeren, waardoor in feite een selectie wordt toegepast. In het uiterste geval kan de excursie vervangen worden door gastlessen op school, of kan het bezoek gekoppeld worden aan de 'Open dag chemie'

Vaak reageerden de leerlingen zeer enthousiast op onverwachte kanten van het bedrijf. Zo heeft Quest International een testlaboratorium voor producten als WC-eend: een zaal vol met toiletten die automatisch doorgespoeld worden. Helaas beperkt het enthousiasme zich soms tot de lunches: de bedrijfskantine heeft een luxer assortiment dan de schoolkantine. Gelukkig staan daar ook positieve reacties in de trant van: 'leuk om te zien hoe alles in het 'echt' gaat' tegenover.

Over het algemeen zijn de scholen en bedrijven tevreden over de excursies. Tijdens het tweedaagse bezoek aan DSM viel echter op dat een deel van de leerlingen nogal passief was. Hoewel de langere tijdsduur hier de oorzaak van kan zijn, verwachten de docenten dat met een opdracht de leerlingen gedwongen kunnen worden de hele tijd met aandacht mee te doen. Een voor de hand liggende opdracht daarbij is het schrijven van een verslag van de excursie. Een andere mogelijkheid is het presenteren van werk dat op school is gedaan aan de medewerkers van het bedrijf, bijvoorbeeld in de vorm van posters. Een nadeel van zulke externe motivatie is dat de excursie daarmee een typisch schoolse activiteit wordt, terwijl het in eerste instantie een mogelijkheid moet zijn om de leerlingen eens een bedrijf van binnen te laten zien. Bovendien komen we zo midden in de school-bureaucratie terecht: een cijfermatige beoordeling moet van tevoren in het programma van toetsing en afsluiting (PTA) opgenomen zijn.

Schaf het schoolboek aan en bestudeer dat

BEDRIJFSMEDEWERKER

STAGE Een nog indringender manier om met een bedrijf kennis te maken is de meerdaagse stage zoals Organon en Diosynth aanbieden. In het kader van hun profielwerkstuk kunnen enkele duo's een week lang bij de bedrijven terecht. Die bedrijfsstages (project 1) vinden plaats in de weken waarin de leerlingen geen lessen hebben. Zo wordt bevorderd dat alleen gemotiveerde leerlingen zich opgeven voor dit deel van het project. De bedrijfsstages vergen immers veel inspanning van de bedrijven. Voor de minder belastende 'gewone' excursie (project 2) geldt deze drempel niet. De gastlessen en de klassikale excursie gaan vooraf aan de keuze voor het profielwerkstuk. Er komt daardoor een samenhang in het onderwijsaanbod: een algemeen programma om alle leerlingen te informeren over en te interesseren voor het werk in het bedrijf, en een specifiek programma voor die kleine groep leerlingen die hier verder iets mee wil. Het programma van de stage is afgeleid van een inwerkprogramma voor MLO-studenten. Als chemisch thema is gekozen voor de synthese en zuivering van aspirine. Met de leerlingen moeten duidelijke afspraken

worden gemaakt over de regels die in het bedrijf gelden. Zo mogen er geen chemicaliën mee naar huis worden genomen, zelfs geen zelfgemaakte aspirine!

Bij de voorbereiding van de stage is het belangrijk om goed te weten wat de voorkennis van de leerlingen is. Schoolboek en docent zijn daarbij de aangewezen bronnen.

Laat jezelf en je leerlingen inspireren voor profielwerkstukken

LERAAR

PRACTICUM Een practicum is een uitstekende manier om gestalte te geven aan de samenwerking tussen school en bedrijf. In eerste instantie kan gedacht worden aan het in de klas bereiden van een product van het bedrijf. (Vollmer & Merschhemke, 1997) bundelden onderwijsmateriaal van 34 samenwerkingsverbanden in de omgeving van Keulen, en de meeste daarvan bevatten proeven die door de leerlingen in de klas kunnen worden uitgevoerd. Het kan daarbij inderdaad gaan om het uitvoeren van een reactie die centraal staat in de productie in het bedrijf, maar ook om een onderzoek naar eigenschappen van een product van het bedrijf. Deze tweede optie maakt ook een practicum mogelijk als de reactieomstandigheden (hoge druk, temperatuur) of de aard van de betrokken stoffen (giftigheid, biologische activiteit) de eerste niet mogelijk maken in de klas. In zulke gevallen kan ook met een model worden gewerkt: een analoge reactie die bij minder extreme omstandigheden verloopt, of een minder schadelijke stof.

Ook in het project 'Industrie op microschaal' werden deze paden bewandeld. Onderstaande tabel geeft een globaal overzicht van de experimenten. Aangegeven is of een product van het bedrijf is gesynthetiseerd, of er met een model voor dat product of die productie is gewerkt, of dat een eigenschap van het product is onderzocht.

De voorschriften voor de experimenten werden opgesteld door medewerkers van het bedrijf, of op grond van door het bedrijf verstrekte gegevens door de docenten. Meestal leverde dat geen problemen op, maar in sommige gevallen was het moeilijk om tot microschaal te miniaturiseren, of om een geschikt analogon te vinden. Zo leverde de synthese van harsen en polymeren problemen op vanwege de viscositeit dan wel de benodigde hoge reactietemperatuur.

bedrijf	productie	model	eigenschap
Akzo Nobel Catalysts	bereiding alumina en aanbrenge metaalonen	-	testen in bedrijf
Crompton	-	synthese van o-tolueen-zuur (in ontwikkeling)	-
Diosynth en Organon	-	synthese van aspirine	-
DSM Coating Resins	formulering van verf en synthese van alkydhars	-	testen op school met apparatuur van bedrijf
DSM Food Specialties	-	hydrolyse van een analogon van pencilline (in ontwikkeling)	-
DSM-research	polymerisatie (in ontwikkeling)	-	-
Norit	-	-gebruik van actieve kool bij ontkleuring, dechlorering en decaffinerig	
Peter Greeven	synthese magnesiumstearaat	-	testen in bedrijf
Purac Biochem	veresterig van melkzuur	-	testen in bedrijf
Quest	synthese smaakstof en emulgator	-	vergelijken van in school gemaakte emulgator en die van bedrijf
Solvay	-	kristallisatie van een analogon van mebeverine	-
Verdugt	synthese organische zouten	-	testen in bedrijf (optie)

Sluit aan bij de belevingswereld, bij de school, bij het bedrijf

BEDRIJFSMEDEWERKER

LESSENSERIE De samenwerking kan leiden tot een samenhangende reeks lessen, waar het bezoek aan het bedrijf integraal deel van uitmaakt. Als voor zo'n lessenserie een vakinhoudelijke samenhang is gekozen, kan zij een (deel van een) hoofdstuk uit het boek vervangen. Dat kan het hoofdstuk 'Industriële chemie' zijn, maar als het uitkomt ook een ander hoofdstuk.

Op zeven scholen is gewerkt aan een dergelijke lessenserie. In twee gevallen is een cd-rom gemaakt; de ene kan als lessenserie gebruikt worden, de andere (als enige niet door de docent geschreven maar door de bedrijfsmedewerker) als uitgebreid naslagwerk. Bij Avebe bestond al een lessenserie, geschreven door de bedrijfsmedewerker, die uitvoerig ingaat op de (niet in het examenprogramma voorkomende) zetmeelchemie.

school	hoofdstuk	sluit aan of vervangt	geschreven door
Bernardinuscollege	polymeerchemie (cd-rom)	vervangt	docent
Bredero College	katalyse	sluit aan	docent
Christelijk Lyceum	groene chemie	in ontwikkeling; inpassing nog niet duidelijk	docent
Greijdanus College	(poly)esters	sluit aan	docent
SG Huizermaat	esters	sluit aan	docent
Vossius Gymnasium	industriële chemie en ANW	in ontwikkeling; vervangt	docent
Zaanlands Lyceum	actieve kool (cd-rom)	achtergrondinformatie	bedrijfsmedewerker

Naast de aansluiting op een hoofdstuk uit het boek heeft het materiaal ook betrekking op het specifieke bedrijf. De lessenserie 'Chemie in de Praktijk' van de SG Huizermaat geeft door het gebruik van fragmenten uit 'Actief met Chemie' (Bureau DST, 1996) mogelijkheid tot een beroepsoriëntatie.

4. BESCHRIJVINGEN SAMENWERKINGSVERBANDEN

De beschrijvingen van de samenwerkingsverbanden hebben een min of meer gelijk stramien.

TIJDBALK Om een snel overzicht te geven van de voortgang van de samenwerking, zijn de verschillende stappen in een tijdbalk weergegeven:



Grofweg (op een maand nauwkeurig) zijn de belangrijke stappen aangegeven:

- contact leggen (meestal door de projectleiding);
- het eerste gesprek tussen docenten en bedrijfsmedewerkers;
- het maken van plannen;
- het ontwikkelen van lesmateriaal;
- de uitvoering.

BEDRIJF Het betrokken bedrijf wordt kort voorgesteld: om wat voor bedrijf gaat het en wat wordt er gemaakt?

SCHOOL Ook de school wordt kort voorgesteld: grootte, aantal leerlingen in de natuurprofielen, klassen waarin het materiaal is gebruikt.

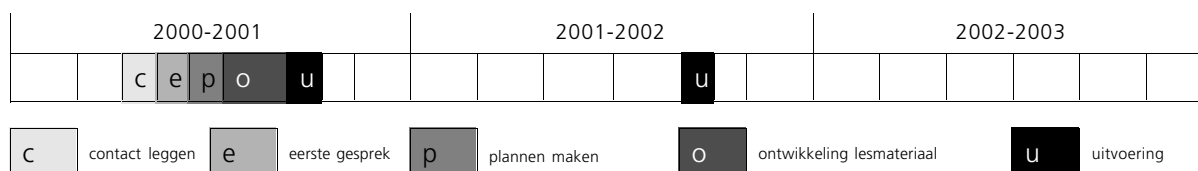
CENTRAAL THEMA Van elk samenwerkingsverband wordt aangegeven welke chemie centraal heeft gestaan.

PROCESEVALUATIE Aan de orde komt de start van de samenwerking, de wijze waarop de samenwerking verliep en de toekomstplannen.

PRODUCTEVALUATIE Wat is er gemaakt en hoe succesvol was het gebruik door de leerlingen?

CONTACTADRESSEN De meeste samenwerkingsverbanden zijn bereid om hun ervaringen rechtstreeks met collega's te delen.

Quest International (Naarden) en SG Huizermaat (Huizen)



QUEST INTERNATIONAL

Het hoofdkantoor van het bedrijf bevindt zich in Naarden. Quest is een producent van geur- en smaakstoffen en overige ingrediënten als emulgatoren en verdikkingsmiddelen voor voedings- en genotmiddelen, huishoudproducten en persoonlijke verzorgingsproducten. In 38 verschillende landen zijn vestigingen. Wereldwijd is het bedrijf een van de drie grootste producenten van smaakstoffen en andere voedingsingrediënten. Bij de vestiging in Naarden worden niet alleen smaakstoffen geproduceerd. Ook vindt daar onderzoek plaats. In Nederland zijn nog twee andere vestigingen van Quest: in Maarssen waar eiwitten worden geproduceerd en in Zwijndrecht waar emulgatoren worden onderzocht en geproduceerd.

SG HUIZERMAAT

De school is een scholengemeenschap voor vmbo (de theoretische leerweg) havo en vwo. Op de school zitten ruim 950 leerlingen (schooljaar 2002-2003). In het kader van haar lerarenopleiding is de docente met het bedrijf gaan samenwerken. Deze docente was de enige betrokkene op de school. In het schooljaar 2000-2001 waren 4 en 5 vwo betrokken en in het schooljaar 2001-2002 5 havo. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3	vwo 4*	vwo 5	vwo 6
NT profiel (aantal lln)			14		16	4	
NG profiel (aantal lln)			12			4	

* Geen opsplitsing tussen de profielen NG en NT

CHEMIE IN DE PRAKTIJK

De docente heeft een lessenserie 'Chemie in de Praktijk' ontwikkeld. Naast het uitvoeren van experimenten, is er aandacht besteed aan de beroepsmogelijkheden binnen de chemische industrie en zijn de leerlingen op bezoek geweest bij het bedrijf. De leerlingen kregen de opdracht een verslag te schrijven over de lessenserie. De lessenserie is ontwikkeld voor 5 vwo, maar bleek ook door 4 vwo uit te voeren. De leerlingen van 4 vwo hebben bij de start van de lessenserie wel (vervroegde) uitleg over de theorie over esters nodig. In het schooljaar 2001-2002 is het project in 5 havo uitgevoerd.

INTRODUCTIE VAN DE LESSENSERIE De introductie van de lessenserie vond plaats aan de hand van een product waarin additieven een belangrijke rol spelen. Drie verschillende levensmiddelen werden getoond: een pak melk, een pak sinaasappelsap en een pak 'Milk&Fruit'. In een glas goot de docente melk en sinaasappelsap bij elkaar. In een ander bekeerglas werd 'Milk&Fruit' geschonken. De inhoud van het bekeerglas met gemengde vloeistoffen gaat vrij snel schiften. Dat ziet er niet smakelijk uit. De ingrediënten van beide bekeerglazen zijn nagenoeg gelijk aan elkaar, terwijl het drankje 'Milk&Fruit' er smakelijker uitziet door de toevoeging van voedseladditieven. Deze additieven vormen een belangrijk onderdeel binnen de voedingsmiddelenindustrie, en daarmee binnen ons gewone dagelijkse leven. Aan de hand van de introductie krijgen de leerlingen de opdracht producten te verzamelen met zoveel mogelijk E-nummers op het etiket en de functie van de met de E-nummers aangeduide stoffen in het voedingsmiddel te achterhalen. Deze extra informatie wordt door de leerlingen op Internet opgezocht.

EXPERIMENT Tijdens de lessenserie 'Chemie in de Praktijk' krijgen de leerlingen de mogelijkheid om de geleerde schoolscheikunde toe te passen in de praktijk. De leerlingen voeren een veresteringsreactie op microschaal uit. Ze maakten twee additieven uit een bananentoetje. Een bananensmaakstof (iso-amylacetaat) en de emulgator GLP, glycerollactopalmitaat E472b, worden gesynthetiseerd. De leerlingen konden hun producten testen door te ruiken (iso-amylacetaat) en door de luchtopslag te berekenen (GLP). GLP wordt gebruikt om toetjes luchtiger te maken. Het zelf gesynthetiseerde GLP wordt in de klas getest door de luchtopslag te vergelijken met de luchtopslag in een toetje.

BEDRIJFSBEZOEK De leerlingen zijn gedurende een dagdeel bij het bedrijf op bezoek geweest, en hebben daar vier afdelingen gezien. Zij bezochten de productiehal waar esters werden gemaakt. Ook brachten zij een bezoek aan de zuivelafdeling waar producten van het bedrijf in zuivel worden getest en waar nieuwe toepassingen worden ontwikkeld. Tevens gingen de leerlingen naar het laboratorium Flavour Ingredient Research (organische chemie) waar syntheses voor nieuwe smaakstoffen worden ontwikkeld. Het bezoek aan een afdeling waar geurstoffen in huishoudproducten gemaakt en getest worden, werd door leerlingen het meest gewaardeerd. Op deze afdeling werd getoond hoe diverse parfums op bijvoorbeeld wc-eend worden 'uitgezet' en dan worden getest op 24 testtoiletten die automatisch drie keer per uur worden doorgespoeld en 's nachts niet. Door luikjes in de deuren wordt de geur dan beoordeeld.

PROCESEVALUATIE

START VAN DE SAMENWERKING De samenwerking tussen dit bedrijf en de school is tot stand gekomen door de docente. Zij volgde de inservice lerarenopleiding van de Universiteit van Amsterdam. De docente heeft voordat zij op de school kwam

werken bij Quest International gewerkt, waardoor het voor haar relatief eenvoudig was om het contact te leggen. De samenwerking is daarna snel tot stand gekomen. De samenwerking paste goed in de ontwerpopdrachten en het verdiepingsonderzoek van de lerarenopleiding. De docente heeft onderzoek gedaan naar de invloed van een lessenserie op de ideeën die leerlingen hebben over het werken in de chemische industrie. Aangezien de docente bij het bedrijf heeft gewerkt, had zij zelf al een beeld van hoe de lessenserie eruit zou moeten gaan zien.

ONDERLINGE SAMENWERKING EN DE BETROKKENHEID De docente is zelf aan de slag gegaan met de ontwikkeling van de lessenserie. Zij heeft met het bedrijf contact onderhouden over welke proeven het meest geschikt zouden zijn en sommige daarvan door een medewerker laten testen. Uiteindelijk is gekozen voor de veresteringsreacties. Het bedrijf heeft verder meegewerkt door het beschikbaar stellen van grondstoffen, zoals een van de uitgangsstoffen (glyceryl-1-monopalmitaat) voor de synthese van de emulgator en het mogelijk maken van een bedrijfsbezoek. De ontwikkeling van het lesmateriaal werd verder geheel verzorgd door de docente.

INVULLING Binnen dit samenwerkingsverband is er lesmateriaal ontwikkeld dat binnen een afgebakende tijd in de klas is uit te voeren. De behandelde stof in de lessenserie sluit aan bij de theorie over esters dat binnen het curriculum past. In het schooljaar 2002-2003 heeft de docente de lessenserie niet uitgevoerd. Een brand bij het bedrijf maakte het onmogelijk om bij het bedrijf op bezoek te gaan. De docente is voornemens de lessenserie in het schooljaar (2003-2004) wel uit te voeren. Een bedrijfsbezoek behoort dan hoogstwaarschijnlijk ook weer tot de mogelijkheden.

PRODUCTEVALUATIE

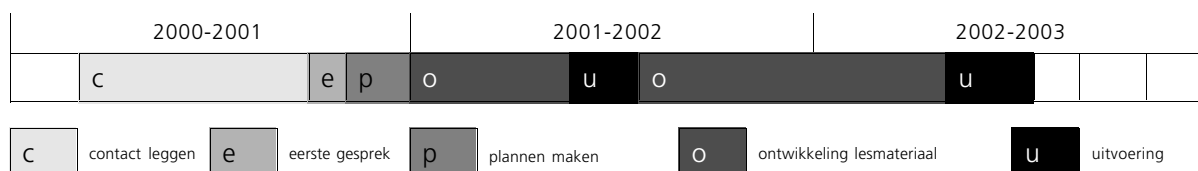
EXPERIMENT De syntheses van de esters worden op microschaal uitgevoerd. Voor de synthese van iso-amylacetaat (triviale naam van 3-methyl-butylethanoaat) wordt het voorschrift gevolgd van E1 uit 'Microschaalexperimenten voor havo en vwo'. Voor de synthese van de emulgator GLP zijn enkele wijzigingen in dat voorschrift aangebracht. De verestering vindt onder lage druk plaats. Dit wordt bereikt door met een 3 mL spuit lucht uit het reactievat te zuigen. Ook wordt het product tweemaal gewassen om de geur en smaak te verbeteren. Tijdens de uitvoering van het project door 5 havo in het schooljaar 2001-2002 heeft de docente de leerlingen alleen verschillende smaakstoffen laten synthetiseren. En aansluitend stond er een bedrijfsbezoek op het programma. De docente zal het project blijven uitvoeren. Leerlingen van 5 vwo gaan het project uitvoeren bij de behandeling van het hoofdstuk over esters. De docenten plaatst het project dan in het kader van hun praktische opdracht in het PTA. Het product van de samenwerking vormt een afgerond geheel. De betrokken deelnemers hebben aangegeven niet op korte termijn iets te willen aanpassen of te willen toevoegen aan het materiaal. De noodzaak hiertoe is er ook niet aangezien de betrokkenen tevreden zijn met het resultaat. Het materiaal is ook voor andere scholen geschikt. De scholen moeten dan wel kunnen

beschikken over de uitgangsstoffen. Vooral glyceryl-1-monopalmitaat voor de synthese van GLP kan een probleem vormen. Het is bij het projectteam niet bekend of het bedrijf ook uitgangsstoffen kan leveren aan andere scholen. Wellicht dat daar een andere partij voor zou moeten worden benaderd om de verzending naar scholen te verzorgen.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	Quest	SG Huizermaat
Contactpersoon	Chris Winkel	Anita Kokelaar
Adres	Postbus 2	Monnickskamp 7
Postcode/plaats	1400 CA Bussum	1273 JP Huizen
Telefoon	035-6992756	035-5260009
e-Mailadres	chris.winkel@questintl.com	denouden.kokelaar@hetnet.nl

DSM (Geleen), Bernardinuscollege (Heerlen) en Eijhagencollege (Landgraaf)



DSM

De DSM-vestiging in Geleen maakt deel uit van een groot chemisch industrie-complex op een terrein van ca. 800 hectare groot, genaamd 'Chemelot'. DSM heeft veel verschillende fabrieken op de locatie, waarbij producten van de ene fabriek vaak als grondstof voor een van de andere fabrieken dienen. De verscheidenheid aan producten bij DSM op de locatie is groot. Zo wordt er verschillende basis-chemicaliën geproduceerd, als ammoniak, zwavelzuur, salpeterzuur, ammonium-sulfaten; verschillende soorten kunststof; de grondstoffen van de kunststoffen; en fijnchemicaliën ten behoeve van zowel de reuk- en smaakstoffenindustrie als de farmaceutische industrie. Naast de productie van de verschillende stoffen bevindt zich ook DSM Research op het terrein. Op deze afdeling vindt onderzoek aan nieuwe chemische processen en producten plaats. Tevens worden bestaande producten verbeterd en productieprocessen geoptimaliseerd. Het chemische industrie-complex wordt omgeven door woonplaatsen als Geleen en Sittard. Het bedrijf probeert via communicatie met de omgeving, zoveel mogelijk ongerustheid weg te nemen en een goodwill te kweken. Zo communiceert het industrie-complex via een website met de bewoners. Op de website wordt van elk ongeval een melding gemaakt. Deze open communicatie alleen is voor het bedrijf niet afdoende en daarom wil DSM ook met scholen in de regio samenwerken. DSM heeft daarbij contact met het primair en voortgezet onderwijs en met vervolgoopleidingen. De contacten met de buurtbewoners wordt via de leerlingen verstevigd. Dit is voor alle partijen gunstig: het bedrijf wil op die locatie blijven en de buurtbewoners weten meer van wat er op dat enorme complex plaatsvindt.

BERNARDINUSCOLLEGE

De school maakt deel uit van de scholengroep onderwijsstichting Bernardinus (OSB). Op het Bernardinuscollege zitten 1500 leerlingen en werken 100 personeelsleden. De sectie scheikunde bestaat uit vier docenten en twee TOA's, waarvan bij het project twee docenten en de beide TOA's betrokken waren. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4**	havo 5**	vwo3	vwo 4***	vwo 5	vwo 6
NT profiel (aantal lln)	*	40	30	*	75	28	20
NG profiel (aantal lln)	*			*		39	40

* De derde klassen zijn niet bij dit project betrokken.

** Op de havo wordt geen onderscheid gemaakt tussen een NT en een NG profiel voor het vak scheikunde.

*** In vwo 4 is er nog geen opsplitsing tussen de profielen NG en NT.

EIJKHAGENCOLLEGE

Deze school maakt ook deel uit van de scholengroep onderwijsstichting Bernardinus (OSB). Op het Eijkhagencollege te Landgraaf zitten 1224 leerlingen en werken 125 personeelsleden. De sectie scheikunde bestaat uit vier docenten en één TOA (voor 0,5 fte bij scheikunde en voor 0,5 fte bij biologie werkzaam). Bij dit project was slechts één docent betrokken. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3	vwo 4**	vwo5**	vwo 6
NT profiel (aantal lln)	*	10	15	*	34	24	7
NG profiel (aantal lln)	*	14	17	*			16

* De derde klassen zijn niet bij dit project betrokken.

** In vwo 4 en vwo 5 is er nog geen opsplitsing tussen de profielen NG en NT.

SCIENCE IS HOT

SAMENWERKING OP MEER MANIEREN BENUT Het bedrijf organiseerde al voordat deze samenwerking werd gestart tweedaagse bezoeken voor vwo leerlingen. Deze bedrijfsbezoeken vonden op onregelmatige basis plaats. Naast het bezoeken van enkele fabrieken en het bezichtigen van complete research-opstellingen, konden leerlingen moleculen 'bekijken' met behulp van molecular modelling software. Molecular modelling speelt binnen de research afdeling van DSM een grote rol. Moleculen kunnen met behulp van het modellingsprogramma driedimensionaal worden gevisualiseerd. Aansluitend gingen leerlingen zelf aan de slag met het modellingsprogramma. Twee dagdelen werden er tijdens het tweedaagse bezoek aan molecular modelling besteed. Binnen dit samenwerkingsverband spelen een aantal zaken door elkaar heen. Het project Industrie op Microschaal bood de mogelijkheid de bedrijfsbezoeken meer structureel te laten worden. Bovendien bood dit contact de samenwerking de mogelijkheid om ook het molecular modelling gedeelte van het bezoek meer uit te werken en het meer bij de leerlingen te laten aansluiten.

INDUSTRIE OP MICROSCHAAL Het resultaat van deelname aan het project Industrie op Microschaal is een reeks activiteiten voor de 4e, 5e en 6e klassen, zowel havo als vwo. Door het bedrijf worden gastlessen verzorgd, waarbij de leerlingen les krijgen van een medewerker van een afdeling. In enkele gevallen is er aan de gastles een

bedrijfsbezoek gekoppeld, en kunnen de leerlingen zien wat er in de les is verteld. Ook vinden er bedrijfsbezoeken plaats waarna groepjes leerlingen over het bezochte proces (fabriek) of een onderdeel daarvan een presentatie moeten verzorgen. Tijdens de samenwerking is ook het uitvoeren van profielwerkstukken op het bedrijf mogelijk geworden. Door DSM worden leerling-stages gefaciliteerd en is er betaald vakantiewerk op de afdeling research mogelijk. Het bedrijf neemt ook deel aan 'Meet the Boss'². Bij de start van de samenwerking zijn ook plannen gemaakt voor een experimentele invulling. Aan deze invulling zal de komende periode worden gewerkt. Tijdens de samenwerking heeft de docent ook een dictaat polymeerchemie geschreven. Een overzicht van de indeling binnen het project in het schooljaar 2002-2003:

School	Wat	Wanneer	Onderwerp	Klas	Aantal leerlingen
Bernardinuscollege	Dictaat		Polymeerchemie	6 vwo	58
Eijkhagencollege	Gastles	januari	Octrooien	6vwo	23
Bernardinuscollege	Bedrijfsbezoek	januari	Chemische basisindustrie	5 havo 6 vwo	35 58
Bernardinuscollege	Bedrijfsbezoek	januari	Chemische industrie en water	4 vwo	84
Eijkhagencollege	Bedrijfsbezoek	februari	Instrumentele analyse	6vwo (SK-2)	7
Eijkhagencollege	Bedrijfsbezoek	februari	Chemische industrie en water	4 vwo	30
Bernardinuscollege	Bedrijfsbezoek	maart	Chemische basisindustrie	5 vwo	70
Bernardinuscollege	Gastles (n.a.v. bezoeken basisindustrie)	maart	Van lucht en aardgas naar melamine	5 vwo 6 vwo	70 58

Dictaat: Polymeerchemie De docent, Arjan van Dreumel, heeft tijdens de samenwerking ook gewerkt aan een dictaat op cd-rom. Dit dictaat vervangt de lesstof over polymeerchemie in het boek (Chemie Overal). Leerlingen kunnen en gaan er ook zelfstandig mee aan de slag. Tijdens afwezigheid van de docent door ziekte zijn de leerlingen verder gegaan met het dictaat. Naast de theorie kunnen leerlingen op de cd-rom ook klikken op links naar verschillende web-sites om daar meer informatie op te halen. Tevens bevat de cd-rom vraagstukken om zo de opgedane kennis te toetsen.

Gastles: Octrooien De gastles wordt verzorgd door een medewerker van de afdeling octrooien. Tijdens de les 'Octrooi en Chemie' worden verschillende aspecten van octrooien behandeld. Zo krijgen de leerlingen antwoord op de vraag wat nu eigenlijk een octrooi is en wat dat precies inhoudt. Ook komt ter sprake hoe je een

²'Meet the Boss' is een initiatief van de VNCI: een directeur van (of een afdelingshoofd binnen) een chemisch bedrijf wordt door leerlingen ondervraagd. De vragen lopen uiteen van 'hoeveel verdient u?' tot 'Vervuult uw bedrijf het milieu?'.

octrooi moet schrijven of juist kan omzeilen, zodat het net is alsof jij een ander product hebt gemaakt.

Gastles: Van lucht en aardgas naar melamine Deze gastles wordt verzorgd door een medewerker van de betreffende afdeling. De leerlingen leren een blokschema op te stellen van de productie van melamine. Aan de hand van de blokschema's moet dan duidelijk worden of alles optimaal benut wordt en of de overmaat uitgangsstoffen weer hergebruikt kan worden (waarom wordt de CO₂ en ammoniak niet gewoon 'vrij' gelaten?). Tijdens de les wordt ook het kostenplaatje van het productieproces besproken. De medewerker tracht daarbij over te brengen waarom het bedrijf kiest voor hergebruik van ammoniak en CO₂ en niet voor het lozen ervan. Niet alleen komen de economische aspecten maar ook de milieuaspecten ter sprake, en vaak blijkt dat er een weg wordt gekozen die in economisch opzicht het meest gunstig is, het milieu komt wel op een goede tweede plaats.

Bedrijfsbezoek: Chemische Basisindustrie Leerlingen bezoeken verschillende fabrieken op de locatie. Zij bezoeken onder meer de ammoniakfabriek. Ammoniak dient voor vele andere producten van DSM als grondstof. Zo is ammoniak een grondstof voor melamine en ureum (kunstmest). Maar ook levert DSM ammoniak aan andere bedrijven wordt geleverd. Leerlingen bezoeken tevens de naftakraker. Deze fabriek levert grondstoffen voor weer andere productieprocessen binnen DSM en producten voor andere bedrijven. Onduidelijk bij het projectteam is of deze bedrijfsbezoeken nog na dit schooljaar doorgang zullen vinden en of die door DSM worden verzorgd. Deze bedrijfstak is namelijk overgenomen door het bedrijf SABIC (Saudi Basic Industries Corporation). Wellicht geeft dit bedrijf een vervolg aan de bedrijfsbezoeken.

Bedrijfsbezoek: Industrie en water Leerlingen van 4 vwo brengen een bezoek aan de waterzuivering bij DSM. Bij de waterzuivering leren zij over hoe verschillende soorten water (afvalwater, rivierwater, koelwater en demiwater) worden verwerkt en opgewerkt. Ook wordt hen getoond welk water waar gebruikt wordt in de chemische industrie.

Bedrijfsbezoek: Instrumentele analyse Tijdens productieprocessen wordt zoals bij vele bedrijven ook bij DSM gebruik gemaakt van verschillende analysemethoden om het productieproces te volgen en bij de afdeling research te optimaliseren. Leerlingen kregen tijdens dit bedrijfsbezoek een kijkje bij de NMR en IR afdeling. Naast een uitleg over deze analysemethoden, kregen de leerlingen ook de toepassingen binnen DSM research te zien. Zo wordt infrarood spectroscopie (IR) bij DSM bijvoorbeeld gebruikt tijdens de productie van caprolactam.

Molecular modelling Tijdens de bedrijfsbezoeken van schoolklassen aan DSM, speelde molecular modelling een belangrijke rol. DSM wilde graag verder met het uitwerken van de mogelijkheden om molecular modelling op scholen toe te passen.

Via DSM wordt een eenvoudige versie van een molecular modelling programma aan scholen aangeboden tegen relatief lage kosten. De medewerker van DSM heeft samen met de betrokken docenten het bestaande lesmateriaal in de lesboeken (Chemie Overal) aangevuld met molecular modelling afbeeldingen. Leerlingen zien niet alleen de plaatjes, maar krijgen ook de opdracht zelf moleculen 'te bouwen' met het programma en nader te onderzoeken. Dit project is binnen DSM uitgevoerd naast het samenwerkingsverband in het kader van het project 'Industrie op Microschaal'. Dit ontwikkelproces hebben wij niet gevolgd.

PROCESEVALUATIE

DE START VAN DE SAMENWERKING In het eerste jaar van 'Industrie op microschaal' strandden keer op keer pogingen van het projectteam om DSM (research) samen te laten werken met een school in de regio. Een klein jaar lang is op verschillende manieren geprobeerd om een samenwerking met een school te realiseren: wij benaderden bekenden die bij het bedrijf werkten om de mogelijkheden voor deelname te onderzoeken. Toen dat niet leek te lukken, zochten wij contact met de afdeling P&O. Bij al deze pogingen duurde het een hele tijd voordat wij uitsluitel hadden of DSM aan het project zou gaan deelnemen. Individueel benaderde personen zagen wel iets in deelname, maar konden op de eigen werkvloer geen steun voor deelname realiseren. Deze pogingen leidden uiteindelijk niet tot het gewenste resultaat. Een scheikundedocent uit de regio heeft tijdens een door het projectteam verzorgde werkgroep over het project Industrie op Microschaal (KUN april 2001) aangegeven iets te willen gaan doen met DSM te Geleen. Juist toen bleek dat verschillende pogingen geen resultaat leverden, verscheen er een artikel in het Chemisch2Weekblad (Buijs, 2001). In dat artikel wordt besproken dat scholieren op bezoek bij DSM komen waar zij kennismaken met het bedrijf en met molecular modelling zoals dat ook bij DSM wordt toegepast op de afdeling research. Naar aanleiding van dit artikel zochten wij contact met de docent en toen bleek dat hij zelf graag het contact wilde leggen met Wim Buijs, de auteur van dat artikel. Vanaf dat moment is de samenwerking daadwerkelijk van de grond gekomen.

DE ONDERLINGE SAMENWERKING EN DE BETROKKENHEID Arjan van Dreumel, scheikunde docent op het Bernardinuscollege, werkt in dit project samen met zijn echtgenote Mieke Lammers, scheikunde docente op het Eijkhagencollege. Wim Buijs is research fellow bij DSM, en wil een rol spelen om de leegloop bij de exacte vakken tegen te gaan. Als research fellow heeft hij een grote mate van vrijheid om zijn tijd in te delen. Van DSM heeft hij niet alleen toestemming om zich persoonlijk bezig te houden met projecten voor scholieren, maar ook financiële middelen gekregen om andere medewerkers daarin te betrekken. Bij de start van de samenwerking werd er goed met elkaar gecommuniceerd en overlegd. Mieke Lammers heeft bij de start aangegeven lang niet zoveel tijd te kunnen besteden aan de samenwerking als Arjan van Dreumel. Hier moet opgemerkt worden dat Arjan van Dreumel bijzonder veel tijd kan en wil steken in het project. Hij heeft één dag

in de week vrij genomen om zich met de ontwikkeling van lesmateriaal bezig te houden. Zijn motivatie is het vak niet alleen voor de leerlingen aantrekkelijker te maken, maar ook voor zichzelf. De onderlinge contacten verliepen zeer voorspoedig. Regelmatig, minstens om de maand, kwamen de betrokkenen bijeen om de voortgang te bespreken en vervolgplannen te maken. Daarnaast was er regelmatig contact via de telefoon en via e-mail. Tijdens de bijeenkomsten werden duidelijke afspraken gemaakt. Onderling werd goed besproken wie wat zou gaan doen en wanneer dat dan ongeveer zou moeten zijn afgerond. Zo wordt van bijeenkomst tot bijeenkomst stapsgewijs doorgewerkt. Na afloop van activiteiten die op school (gastlessen) of op het bedrijf plaatsvonden, bespraken de deelnemers altijd met elkaar hoe het was verlopen. Duidelijk werd tijdens die gesprekken of iedereen tevreden was of dat er nog een en ander moest worden aangepast. Ook werd er met de leerlingen gesproken om na te gaan wat zij vonden van de bedrijfsbezoeken en de gastlessen. Uit voorgaande blijkt dat deze samenwerking bij de betrokkenen onderling erg goed is verlopen. Niet altijd verliep de communicatie even gemakkelijk. Zo ontstond er een probleem toen er een bedrijfsbezoek werd afgezegd, omdat het niet was begroot. De docent werd hier pas vlak voor de afgesproken datum van op de hoogte gebracht. Gelukkig heeft het bezoek een half jaar later wel plaatsgevonden. De onderlinge contacten zijn hierdoor niet verstoord. Het cultuurverschil tussen de betrokken docenten en de betrokken bedrijfsmedewerker was niet erg groot. Dit heeft ook te maken met het verleden van de docenten; zij hebben beide een lange periode in de industrie gewerkt voor zij als docent voor de klas gingen staan. De deelnemers aan deze samenwerking zijn zeer betrokken bij het project en hebben ook zeer veel tijd besteed aan de invulling.

BREDE INVULLING De docent, Arjan van Dreumel van het Bernardinuscollege heeft bij de start van de samenwerking aangegeven dat hij ook andere vakken dan scheikunde bij het project wilde betrekken. Eén van de motivaties voor een dergelijk brede invulling is om zo minder tegenstand bij lesuitval te krijgen door de bedrijfsbezoeken (in het eerste jaar van de samenwerking namen de bezoeken twee dagen in beslag). Na ruim een jaar bleek dat de docenten van de andere vakken niet echt zitten te wachten om ook een invulling te geven aan de samenwerking. Zij willen best participeren, maar dan moet het materiaal er al wel zijn en dan moeten zij dat niet ook nog eens zelf bedenken en maken. De ambitie voor een brede invulling is nog altijd aanwezig, maar zal niet worden gerealiseerd zolang het project voor het vak scheikunde nog niet geheel is afgerond. Bovendien is het dan nog de vraag of het gerealiseerd gaat worden. Deze samenwerking heeft erg veel tijd en energie gekost en of Arjan van Dreumel die inspanning nog eens wil leveren voor andere vakken?

PRODUCTEVALUATIE

EXPERIMENT Aanvankelijk waren de deelnemers van plan twee polymerisatiereacties en een titratie te ontwikkelen op microschaal, gekoppeld aan molecular modelling.

Deze invulling is nog niet gerealiseerd, de polymerisatiereactie op microschaal bleek lastiger dan aanvankelijk verwacht. Voor de polymerisatie is het van belang de temperatuur constant te houden. Dit bleek niet mogelijk met de microschaal reageerbuisje en het verwarmingselement. De docent heeft aangegeven de komende periode aan de ontwikkeling van de experimenten te gaan werken.

BEDRIJFSBEZOEKEN EN GASTLESSEN Het oorspronkelijke bedrijfsbezoek bestond uit een tweedaags programma, waarover eerder is geschreven. Het tweedaagse programma betekende voor de school erg veel lessenuitval, en voor het bedrijf vergde het extra inzet van personeel. Uit de evaluaties van leerlingen bleek bovendien dat zij één dag op bezoek wel meer dan voldoende vinden. Ondanks het kortere bezoek is de inhoud van het programma is vrijwel overeind gebleven. Leerlingen krijgen nu op school in de vorm van gastlessen uitleg over bepaalde activiteiten en processen binnen het bedrijf. En in plaats van op het bedrijf met molecular modelling aan de slag te gaan, doen de leerlingen dat nu op school.

ALGEMEEN De samenwerking van DSM en de betrokken docenten heeft voor scheikunde geresulteerd in een breed pakket aan lesmateriaal en activiteiten. Een afronding is niet geweest en zal ook niet op korte termijn worden verwacht. Binnen dit samenwerkingsverband wordt er steeds meer ontwikkeld. Sommige ideeën liggen in de kast om er zodra daar weer even wat tijd en ruimte voor is een invulling aan te geven. Een invulling geven aan de bedrijfsbezoeken en aan de gastlessen en het dictaat afronden stonden boven aan het verlanglijstje van de betrokkenen, nu dit is afgerond kunnen de betrokkenen zich bezig houden met het volgende onderwerp op het verlanglijstje: de synthese van nylon-6 op microschaal. In feite wordt er niet zozeer projectmatig (d.w.z. gericht op het opleveren van een product in een vastgestelde tijd), maar procesmatig gewerkt: de samenwerking leidt tot een constante stroom van ideeën.

BESCHIKBAARHEID VOOR ANDERE SCHOLEN De producten van deze samenwerking: gastlessen, uitgewerkte bedrijfsbezoeken, een dictaat polymeerchemie en een invulling voor molecular modelling zijn in principe ook bruikbaar voor andere scholen (in de regio). De cd-rom polymeerchemie is tegen vergoeding bij de docent verkrijgbaar.

VERVOLG De grote betrokkenheid van alle partijen, het onderlinge overleg en de gesprekken na afloop van activiteiten (ook met leerlingen) hebben geleid tot een breed pakket aan lesmateriaal en activiteiten waar de betrokkenen tevreden over zijn. De betrokkenen bespreken na afloop van gastlessen en bedrijfsbezoeken met elkaar. Indien er dan weer een en ander aangepast kan worden zullen zij weer met elkaar overleggen en aanpassingen verrichten. De samenwerking die in het kader van het project Industrie op Microschaal is gestart, zal worden voortgezet binnen Jet-Net.

CONTACT

Instelling	De school
Contactpersoon	Bernardinuscollege
Adres	Arjan van Dreumel
Postcode/plaats	Akerstraat 95
Telefoon	6417 BK Heerlen
e-Mailadres	045-5740150
	a.r.van.dreumel@bernardinuscollege.nl

Akzo Nobel Catalysts en Bredero College (Amsterdam)



AKZO NOBEL CATALYSTS

Het bedrijf is een businessunit van Akzo Nobel Chemicals. Het hoofdkantoor is gevestigd in Amersfoort. De vestiging in Amsterdam is gelegen naast een woonwijk aan het IJ. Samen met de vestiging in Amersfoort zijn er 550 mensen in dienst. De vestiging in Amsterdam Noord ontwikkelt en produceert katalysatoren. Er zijn op de locatie onderzoekslaboratoria voor de ontwikkeling van nieuwe katalysatoren en voor de kwaliteitscontrole. In deze laboratoria werken circa 150 mensen. De geproduceerde katalysatoren worden gebruikt bij de productie van hoogwaardige brandstoffen als gas, benzine en diesel uit aardolie.

BREDERO COLLEGE

Het Bredero is een openbare scholengemeenschap voor vmbo tot en met gymnasium gesplitst in 2 locaties met ruim 1700 leerlingen. Op de betrokken locatie Buikslotermeerweg zijn 75 personeelsleden werkzaam en zitten 1050 leerlingen. Op deze locatie zijn het havo, atheneum, gymnasium en theoretisch vmbo gehuisvest. De sectie scheikunde op de lokatie Buikslotermeerweg bestaat uit 2 docenten en 1 TOA, zij waren allen betrokken bij dit project. Tijdens de ontwikkeling van het onderwijsmateriaal (2001-2002) liep bovendien een studente van de UvA stage op de school. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3*	vwo 4*	vwo 5	vwo 6
NT profiel (aantal lln)	-	10	6	15	15	4	8
NG profiel (aantal lln)	-	24	9			10	11

* In vwo 3 en vwo 4 is er nog geen opsplitsing tussen de profielen NG en NT.

Het lesmateriaal werd in het eerste jaar (2001-2002) voor 5 havo, 5 vwo en 6 vwo ontwikkeld. In het schooljaar 2002-2003 maakt 5 vwo gebruik van dat lesmateriaal. De omvang van de ontworpen lessenreeks is ongeveer 6 studielasturen.

SYNTHESE VAN ALUMINA

Bij deze samenwerking hebben de leerlingen alumina gemaakt. Alumina is een drager van katalysatoren zoals deze worden toegepast in de aardolie-industrie.

Alumina is een verzamelnaam van verschillende roostertypen van het zout Al_2O_3 . Leerlingen uit het NT-profiel krijgen de opdracht te onderzoeken wat het effect van de pH en het effect van de droogcondities is op de kwaliteit van de gesynthetiseerde alumina. Het praktische werk is alleen door leerlingen met een NT-profiel uitgevoerd, omdat deze leerlingen meer ervaring met het doen van praktisch werk. De leerlingen met een NG-profiel zijn alleen bij het bedrijf op bezoek geweest.

BEDRIJFSBEZOEK Alle leerlingen gaan bij het bedrijf op bezoek. In het eerste jaar van het project waren dat de leerlingen uit 5 havo, 5 vwo en 6 vwo. Tijdens dit bezoek krijgen de leerlingen een algemene rondleiding en zien ze de productieprocessen, waaronder de synthese van alumina, van dichtbij. Ook krijgen de leerlingen informatie over de producten en over het bedrijf Akzo Nobel Catalysts. Voor de leerlingen die ook de synthese van alumina hebben uitgevoerd is nog een tweede bezoek geregeld. Tijdens dat tweede bezoek krijgen zij de gelegenheid het gesynthetiseerde materiaal te testen (door te meten) op het bedrijf. Het eerste jaar kwamen de leerlingen uit 5 havo en de leerlingen met een NT profiel uit 5 vwo en 6 vwo tweemaal op bezoek. Tijdens het schooljaar 2002-2003 is het project uitgevoerd door 5 vwo en 5 havo.

PROCESEVALUATIE

DE START VAN DE SAMENWERKING Achteraf gezien had deze samenwerking eerder van start kunnen gaan dan nu is gebeurd. Terwijl de deelnemers afzonderlijk reeds toegezegd hadden aan het project te willen deelnemen, duurde het vier maanden eer de samenwerking tussen beide partijen tot stand kwam. Het projectteam had aanvankelijk geprobeerd het Bredero College te koppelen aan Shell in Amsterdam en om een andere school in de regio, het Bernard Nieuwentijt College te laten samenwerken met Akzo Nobel Catalysts. Het contact met Akzo Nobel Catalysts kwam tot stand via een kennis van een van de projectleider, die een naam doorgaf van iemand die bij Akzo Nobel Catalysts werkte. Wij namen contact op met deze chemicus binnen het bedrijf, Frans van Houtert, hij reageerde enthousiast op het voorstel een samenwerking aan te gaan met een school in de regio en hij nam vervolgens contact op met de afdeling P&O om het binnen het bedrijf te regelen. Het contact met het Bredero College verliep voorspoedig. De docent was voor ons geen onbekende, in het kader van de lerarenopleiding heeft de projectleider regelmatig contact met hem. Nadat de docent eerst overleg heeft gevoerd met collega's binnen de sectie, zou een samenwerking kunnen starten. De school bleek geen contact te hebben met bedrijven en ook geen voorkeur voor een bedrijf te hebben. Uiteindelijk duurde het nog eens drie maanden voordat Shell aangaf niet te willen deelnemen aan het project. De motivatie niet deel te nemen was, dat het bedrijf al zoveel voor middelbare scholen doet en heeft gedaan (zeolietenpakket), bovendien wegen de kosten van een bedrijfsbezoek niet op tegen de baten. Deze motivatie is inmiddels ook achterhaald, immers Shell zal via Jet-Net samenwerkingsverbanden met scholen aangaan. En op het moment dat duidelijk was dat het Bernard

Nieuwentijt College geen samenwerking aan wilde gaan, heeft het projectteam het Bredero College en Akzo Nobel Catalysts aan elkaar gekoppeld. Het projectteam is eerst op bezoek geweest bij Akzo Nobel Catalysts en na de zomervakantie waren ook de betrokken docenten van het Bredero College bij een bezoek aanwezig. Vanaf dat moment kon de samenwerking dan eindelijk echt van start gaan.

DE ONDERLINGE SAMENWERKING EN DE BETROKKENHEID Tijdens de eerste bijeenkomsten konden snel concrete afspraken gemaakt worden over de invulling, en bleken de ideeën van de deelnemers elkaar niet veel te ontlopen. Zo zou er een algemeen bedrijfsbezoek voor alle scheikunde leerlingen (5e en 6e klassen) plaatsvinden en werd er afgesproken dat de synthese van alumina op school zou worden uitgevoerd, om het gesynthetiseerde alumina bij een volgend bedrijfsbezoek door te meten. Het leek de docenten niet praktisch om alle scheikunde leerlingen hieraan te laten werken. Zij wilden de synthese alleen laten uitvoeren door de leerlingen met een N&T profiel. Alleen deze leerlingen gingen vervolgens voor een tweede keer bij het bedrijf op bezoek om het product door te meten. De betrokken partijen maakten ook duidelijke afspraken wie wat zou regelen. In overleg werd er een datum gepland voor een bedrijfsbezoek. Na afloop van de bedrijfsbezoeken bespraken de betrokkenen kort hoe de dag was verlopen en of er eventueel dingen aangepast en veranderd moesten worden. Het contact tussen de betrokkenen was goed. Het meeste contact verliep telefonisch of via de mail.

PRODUCTEVALUATIE

EXPERIMENT Zoals bij elk innovatief bedrijf rust op het onderzoek en de productie van Akzo Nobel Catalysts geheimhouding. Toch was het goed mogelijk om een productieproces te vinden dat niet langer onder de geheimhouding valt, en toch representatief is voor de producten van het bedrijf. De katalysatoren die het bedrijf produceert bestaan uit een dragermateriaal waarop katalytisch actieve metaalionen zijn aangebracht. De productie van het dragermateriaal alumina is geschikt voor uitvoering door leerlingen. Omdat de zuurgraad tijdens de synthese van invloed is op het resultaat, biedt het de leerlingen ook de mogelijkheid om onderzoek te doen. De docenten kregen het voorschrift van de synthese van alumina van de bedrijfsmedewerker:

1. Water voorleggen
2. Temperatuur 50°C
3. Natal en Alu-sulfaat in de goede verhouding tegelijkertijd in 10 minuten doseren (goed roeren tijdens doseren)
4. Neerslag affiltreren en wassen met warm water

De docenten en de stagiaire zijn vervolgens aan de slag gegaan om dit beknopte voorschrift om te werken tot lesmateriaal. Zij liepen daarbij tegen een aantal

problemen op. Zo bleek het praktisch niet mogelijk om het experiment op microschaal uit te voeren. De docenten hebben daarom voor een opstelling op laboratoriumschaal gekozen. Een ander probleem waar de docenten tegenaan liepen, was de viscositeit van de oplossingen. Deze was te groot om de vloeistof door een buret te laten druppelen. Door de oplossingen te verdunnen, werd dit probleem verholpen. De pH is van invloed op de ontstane neerslag, alumina. Zo wordt bij een pH die lager is, de neerslag fijner. Bij een neutrale tot basische pH is de neerslag het beste en bij een hogere pH ontstaat er geen neerslag. Het bewerkte materiaal is voordat het in de klas werd uitgevoerd nog ter becommentariëring voorgelegd aan de medewerkers van het bedrijf.

OMVANG Bij dit samenwerkingsverband is bij de start al een duidelijke keus gemaakt de omvang van het project niet te groot te laten zijn. Op deze manier is een vastomlijnd project tot stand gekomen, waarbij leerlingen een synthese uitvoeren die zij op grote schaal zien tijdens een bedrijfsbezoek. Het product van deze samenwerking is een afgerond geheel. De betrokken deelnemers hebben niet aangegeven op korte termijn iets te willen aanpassen of te willen toevoegen aan het materiaal. De noodzaak daarvoor is er ook niet aangezien allen tevreden zijn met het resultaat.

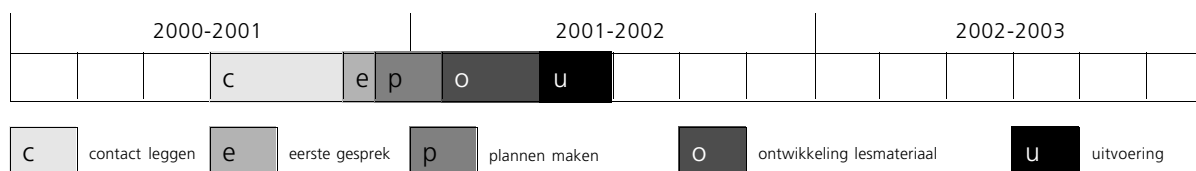
BESCHIKBAARHEID ANDERE SCHOLEN Voor andere scholen is het materiaal in principe geschikt, mits de uitgangsstoffen (Natal en Alu-sulfaat) door Akzo geleverd worden. Nu krijgt het Bredero College uitgangsstoffen voor de synthese van alumina. Of de uitwisseling ook gaat plaatsvinden met andere scholen is op dit moment niet bekend.

PLANNEN Nu het materiaal uitontwikkeld is, wil men zich richten op een volgende stap in de samenwerking. Het gaat dan om steun die het bedrijf leerlingen kan bieden bij het uitvoeren van het profielwerkstuk.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	Akzo Nobel Catalyst BV	Bredero College
Contactpersoon	Ir. Frans van Houtert	Henk van Lubeck
Adres	Postbus 37650	postbus 37606
Postcode/plaats	1030 BE Amsterdam	1030 BB Amsterdam
Telefoon	020 6347989	020-6301933
e-Mailadres	frans.vanhoutert@AkzonobelCatalyst.com	h.vanlubeck@brederocollege.nl

Peter Greven en Blariacumcollege (Venlo)



PETER GREVEN NEDERLAND C.V.

Het bedrijf maakt deel uit van Peter Greven Fett-Chemie GmbH, gevestigd in Bad Münstereifel in Duitsland. Peter Greven produceert op basis van natuurlijke vetzuren een breed pakket aan additieven en hulpstoffen voor de voedingsmiddelen- en geneesmiddelenindustrie. Dit zijn onder meer metaalzeppen, alkalizeppen en esters. De bescheiden Nederlandse locatie (20 werknemers) produceert metaalzeppen zoals magnesium- en aluminiumstearaat. Aangezien Peter Greven als grondstof plantaardige vetten gebruikt, is er geen risico op BSE-besmetting en kunnen de metaalzeppen ook gebruikt worden voor kosjere producten. De metaalzeppen worden toegepast in vitaminetabletten en geneesmiddelen (pillen). Maar ook wordt het gebruikt in cosmetica; zo bevindt zich in deodorantsticks natriumstearaat. Tot slot worden de metaalzeppen ook toegepast in voeding; zo is magnesiumstearaat (als E572) terug te vinden in kauwgom en brood.

BLARIACUM COLLEGE

Het college is een samenwerkingsschool tussen rooms-katholieke en algemeen bijzondere scholen. De school biedt een breed pakket aan opleidingstrajecten, waarin zowel vmbo als havo en vwo zijn vertegenwoordigd. Binnen het project is contact geweest met de locatie Burgemeester Gommenstraat, waar de theoretische leerweg van het vmbo en de havo- en vwo-afdeling gevestigd is. Het Blariacum College heeft in totaal zo'n 1500 leerlingen, waarvan er circa 900 op de betrokken locatie hun lessen volgen.

MAGNESIUMSTEARAAT: PRODUCTIE EN ANALYSE

In het kader van een praktische opdracht hebben drie leerlingen uit 6 vwo een opzet gemaakt voor een lesbrief over magnesiumstearaat. Op basis van de voorschriften die het bedrijf gebruikt, hebben ze de synthese van productieschaal omgezet naar een geschikte, kleinere schaal. Het product werd op kwaliteit getest door het gehalte aan vrij stearinezuur en vrij Mg^{2+} te bepalen. Ruim twee maanden later werd het bedrijf bezocht voor een rondleiding en werden de monsters in het bedrijfslaboratorium opnieuw getest. Het zelfgemaakte magnesiumstearaat werd daarbij vergeleken met de kwaliteit van het bedrijfsproduct.

PROCESEVALUATIE

START VAN DE SAMENWERKING In maart 2001 werd contact gezocht met de scheikundedocente van het Blariacumcollege. Zij heeft interesse in het project en denkt aan deelname samen met Océ. Daar heeft ze al vaker contact mee gehad, in de vorm van een bedrijfsbezoek en een practicum voor de leerlingen. Aangezien microschaal in dit geval erg lastig zou zijn, en het bedrijf aangeeft zich op andere gebieden te willen richten, wordt gezocht naar een andere partner. DSM Fine Chemicals verwijst door naar de R&D afdeling in Geleen en verfindustrie Drost heeft weinig chemisch te bieden (ze mengen alleen verf). Uiteindelijk wordt in juli 2001 Peter Greven bereid gevonden deel te nemen aan het project. Aan het begin van de zomervakantie van 2001 vond het eerste gesprek plaats, waarbij duidelijk werd dat door de beperkte grootte van het bedrijf zij geen grote bijdrage konden leveren. In september bleek ook dat een bedrijfsbezoek voorlopig niet mogelijk was door een verbouwing. Vrij snel werd besloten leerlingen uit 6 vwo die het NT-profiel doen bij het project te betrekken. Zij kunnen dan de experimenten in het kader van een praktische opdracht uitzoeken en op basis daarvan een lesbrief maken die geschikt is voor volgende klassen om mee te werken. Het ging om een klein groepje van drie leerlingen.

ONDERLINGE SAMENWERKING EN BETROKKENHEID In januari/februari van 2002 zijn de leerlingen met de praktische opdracht bezig geweest. De docente heeft telefonisch contact gehad met het bedrijf voor het productievoorschrift van magnesiumstearaat. Ook heeft het bedrijf de grondstof geleverd, een specifiek mengsel van vetzuren wat zij zelf importeren. Ook de analysevoorschriften worden door het bedrijf verstrekt, net als door hun geproduceerd magnesiumstearaat. Toen uit de analyses onverwachte resultaten naar voren kwamen, werd hierover telefonisch met het bedrijf overlegd. In maart 2002 zijn de leerlingen alsnog rondgeleid op het bedrijf. De leerlingen overleggen dan met een bedrijfschemicus over hun analyseresultaten. Naar aanleiding daarvan mogen ze de analyses uitvoeren op het laboratorium van het bedrijf. Achteraf viel het de docente tegen hoeveel tijd het haar gekost heeft om een project als dit op te zetten. Zij had het gevoel dat ze bijna alles zelf heeft moeten regelen en het bedrijf haar weinig ondersteuning kon bieden. De docente geeft ook aan dat ze het contact met een bedrijf niet nodig heeft om nieuwe elementen in de scheikundeles te brengen. Op deze manier is het zelfs wat omslachtiger, aangezien je afhankelijk bent van een ander.

VERVOLG Gezien de tijd die geïnvesteerd is, is het zonde om dit bij deze ene keer te houden. Maar de docente weet nog niet zeker wat ze gaat doen met de lesbrief. Wel wil ze het contact met het bedrijf onderhouden, bijvoorbeeld voor excursies of voor profielwerkstukken van de leerlingen. Mogelijke aanpassingen
De leerlingen konden maar één uur per week werken aan het project. Eigenlijk is het beter als één of enkele aaneengesloten dagen gepland kunnen worden voor dit soort activiteiten. Nu moesten de leerlingen zich toch iedere keer weer inwerken.

Achteraf bleek het bedrijf bereid te zijn geweest om een presentatie voor de leerlingen te geven op school. Daar is in het begin wel over gesproken, maar men is daar nog nooit op teruggekomen. Zo'n gastles zou in de toekomst natuurlijk ook nog mogelijk zijn.

PRODUCTEVALUATIE

In het kader van hun praktische opdracht hebben de leerlingen met assistentie van hun docente het fabrieksproces omgezet naar kleinere schaal. De magnesiumstearaat werd gemaakt door een neerslagreactie tussen magnesiumoxide en een vetzuurmengsel in aanwezigheid van natronloog. Deze productie zou ook op andere scholen gedaan kunnen worden. Wel wordt uitgegaan van een specifiek vetzuurmengsel, namelijk een stearinezuur en palmitinezuur in de verhouding van 2:1. Voorwaarde voor toepassing op andere scholen is dat of zij zelf aan dit mengsel kunnen komen of dat de productie ook mogelijk is met zuiver stearinezuur als uitgangsstof. De analyses bestaan uit twee titraties: een zuur-basetitratie voor de bepaling van vrij stearinezuur en een complexometrische titratie voor vrij Mg^{2+} . De zuur-base titratie vond plaats met natriumhydroxide in alcohol. De complexometrische titratie werd uitgevoerd met EDTA. Voor de complexometrische titratie heeft de docente voor extra theorie gezorgd. Deze titratiemethode maakt namelijk geen deel meer uit van de examenstof van het vwo. De bewerkingen van de monsters voor titratie was gecompliceerd en lastig reproduceerbaar, wat de betrouwbaarheid van de resultaten niet te goede kwam. De leerlingen hebben als onderdeel van hun praktische opdracht de door hen uitgevoerde experimenten omgezet naar een lesbrief. Deze zou met weglating van hun waarnemingen, resultaten en conclusies gebruikt kunnen worden voor een andere groep leerlingen. Tijdens de experimenten zijn de leerlingen enkele problemen tegengekomen. In hun verslag doen zij enkele suggesties voor verbetering. Deze zouden nog uitgetest moeten worden, voordat de lesbrief in gebruik wordt genomen.

Diosynth, Organon, Hooghuis Lyceum en Maasland College (Oss)



DIOSYNTH EN ORGANON

Zowel Diosynth als Organon zijn business units van Akzo Nobel en onderdeel van Akzo Nobel Pharma. De bedrijfsterreinen liggen naast elkaar in Oss. Diosynth Deze business unit produceert actieve grondstoffen voor de farmaceutische industrie. Onder meer voor Organon. Gezien de ligging en de samenwerking tussen beide bedrijven, was een samenwerking binnen Industrie op Microschaal een logisch gevolg. De locatie in Oss is voor Diosynth ook het hoofdkantoor en de grootste productielocatie. Daarnaast zijn er ook vestigingen in Boxtel en Apeldoorn, maar ook verspreid over diverse continenten. Totaal heeft Diosynth 3000 medewerkers, waarvan er 1900 in Oss werken. Organon

Deze business unit heeft ruim 3500 medewerkers in Oss. Organon is het grootste internationale farmaceutisch bedrijf van Nederlandse oorsprong. Met 12000 medewerkers in 50 verschillende landen is het bedrijf marktleider op het gebied van gynaecologie. Organon staat bekend om de anticonceptie (pil), maar ook middelen voor vruchtbaarheid en tegen overgangsklachten worden geproduceerd. Daarnaast is Organon ook actief op het gebied van geestelijke gezondheid, anesthesiologie, arteriële trombose en immunologie.

HOOGHUIS LYCEUM

Van het Hooghuis Lyceum participeert de locatie Titus Brandsmalyceum (TBL) in het project. Het TBL is opgericht in 1923 en is in 2000 deel gaan uitmaken van het Hooghuis Lyceum, een nieuwe scholengemeenschap in Oss. De school heeft een Rooms Katholieke achtergrond en valt onder de stichting Carmel Op de locatie bevinden zich een havo en vwo (met gymnasium) afdeling. Het Hooghuis lyceum heeft in totaal 500 docenten en bijna 4200 leerlingen, waarvan er bijna 1100 op het TBL. Bij de samenwerking waren één scheikundedocent en één TOA direct betrokken. Daarnaast hebben enkele leerlingen van één andere scheikundedocent deelgenomen aan activiteiten binnen de samenwerking.

MAASLAND COLLEGE

Het Maasland College is een voormalige MMS die bij invoering van de Mammoetwet een gemengde Rooms-katholieke havo/vwo school is geworden. De school valt onder het bestuur van de vereniging OMO. Naast de havo en vwo, kan ook de theoretische leerweg van het vmbo en een tweetalig vwo gevolgd worden. De school

heeft ruim 1500 leerlingen en 140 medewerkers. Van de vier scheikundedocenten, zijn er twee betrokken bij het project. Op de school zijn ook 2 TOA's aanwezig die zich bezighouden met scheikunde. Zij waren niet betrokken bij het project. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

Klas	3 havo	4 havo	5 havo	3 vwo	4 vwo	5 vwo	6 vwo
Totaal aantal lln	90	149	140	85	77	106	88
Aantal lln scheikunde		49	48		43	43	45
NG-profiel	nvt	33	30	nvt	nvt	24	19
NT-profiel	nvt	16	18	nvt	nvt	19	26

Bij het project waren de leerlingen uit 5 vwo betrokken.

ASPIRINE EN CHROMATOGRAFIE

Bij deze samenwerking van twee bedrijven met twee scholen, is ook voor twee projecten gekozen. Het eerste project heeft een klassikaal karakter. Medewerkers van de bedrijven verzorgen gastlessen die aansluiten bij het reguliere lesprogramma en betrekking hebben op de werkzaamheden in de bedrijven. Aan deze gastlessen wordt een excursie naar de bedrijven gekoppeld, waarbij het onderwerp van de les terugkomt. Dit jaar werd alleen op het Maasland College een gastles gegeven: over chromatografie. Bij het tweede project kiezen leerlingenkoppels voor een profielwerkstuk gekoppeld aan de bedrijven. De leerlingen brengen een gehele week door op de bedrijven, waarbij de bereiding en zuivering van een geneesmiddel (aspirine) centraal staat. Daarnaast krijgen ze ook lezingen en een rondleiding in de bedrijven. Deze bedrijfsstage werd voor beide scholen in de week voor de zomervakantie 2002 georganiseerd. Voor het Hooghuis Lyceum werd de week nog eens in de week voor de kerstvakantie 2002 aangeboden.

PROCESEVALUATIE

Bij deze samenwerking werd het eerste contact gelegd met Diosynth. Al snel sloot Organon zich erbij aan. De bedrijven vonden zelf twee scholen uit Oss om deel te nemen bij het project. Al bij de eerste bespreking werd het plan bedacht voor twee verschillende projecten: gastlessen en profielwerkstukken. Deze zijn ook uitgewerkt. De profielwerkstukken omvatten een stageweek bij een van de bedrijven, waarvoor de bedrijven veel inzet vertonen. Voor de gastles ligt het initiatief en de begeleiding van de gastdocent bij de scholen.

EERSTE CONTACTEN MET DE BEDRIJVEN In juli 2001 werd Diosynth benaderd door het projectteam. Contact werd gelegd met Maryke Visser, hoofd opleidingen en arbeidsmarktcommunicatie. Zij was erg enthousiast over het project en gaf aan zelf de scholen te willen benaderen. Niet lang daarna werd op het KNCV-zomercongres (eind augustus) contact gezocht met een medewerker van Organon. Dit afdelingshoofd van de analytische controlelabs was ook enthousiast over het

project en kwam met het idee om de beide bedrijven te laten samenwerken binnen het project. Leerlingen zouden zo een beeld krijgen van geneesmiddelen van grondstof tot product.

SCHOLEN BENADEREN Aangezien Diosynth en het Hooghuis Lyceum een convenant hebben gesloten over een impulsproject³, was de samenwerking met deze school redelijk snel afgesproken met de schooldirectie. Van de andere scholen die in Oss benaderd zijn, reageerde het Maasland College positief over het project.

EERSTE BIJENKOMST Reeds tijdens de eerste bijeenkomst van de vier partijen kwamen de plannen voor twee verschillende projecten uit de brainstorm naar voren. Een klassikaal project met gastlessen en een excursie en een meer individueel project met een bedrijfsstage in het kader van het profielwerkstuk. Beide ideeën zijn ook uitgewerkt.

UITWERKING PROFIELWERKSTUKPROJECT Het profielwerkstukproject werd als eerste vormgegeven. Voor de leerlingen werd een stageweek georganiseerd rondom aspirine. Voor het Maasland College was de week voor de zomervakantie, waarin vooral rapportvergaderingen zijn en geen lessen meer voor de leerlingen, het meest geschikt. Hoewel voor het Hooghuis Lyceum de week voor de kerstvakantie het beste zou uitkomen, werd toch geregeld dat ook deze school de stageweek in de week voor de zomervakantie zou aanbieden (1-5 juli 2001). Op de bedrijven is plek voor maximaal vier leerlingenkoppels: twee van de ene school en twee van de andere. Tijdens de eerste stageweek hebben ook van elke school twee duo's meegedaan.

Communicatie over eerste stageweek In een korte tijd hebben de bedrijven de stageweek opgezet. Daardoor was het definitieve programma van de stage kort van tevoren bekend. De docenten hadden de gegevens van de deelnemende leerlingen doorgegeven aan de bedrijven en gingen ervan uit dat de leerlingen direct van de bedrijven de informatie ontvangen. Omdat dit niet zo was, kwamen enkele leerlingen te laat en slecht voorbereid bij de stage aan. Door de tijdsdruk was niet veel overleg geweest over de inhoud van het opdrachtenboekje tussen de scholen en bedrijven. Het boekje was door de bedrijven gemaakt op basis van een inwerkprogramma voor MLO-studenten. De bedrijven hebben de leerlingen beoordeeld tijdens de stage, en deze beoordeling aangeboden aan de docenten. De docenten zijn ook een middag op bezoek geweest tijdens de stage. Op verzoek van de bedrijven zijn de eindresultaten (de profielwerkstukken) na verloop van tijd ter inzage gegeven. Na de zomervakantie werd de week geëvalueerd door de deelnemers van de samenwerking. De uitkomst van deze evaluatie werd meegenomen voor de volgende stage.

³ Landelijk project voor de beroepskolom vmbo - mbo - hbo.

Tweede stageweek: aanpassingen en problemen Voor de kerstvakantie werd nog een stageweek georganiseerd, nu alleen voor leerlingen van het Hooghuis Lyceum. Tijdens deze week waren er drie koppels leerlingen te gast op de bedrijven. In het opdrachtenboekje waren aanpassingen gedaan op basis van de ervaringen. Zo werden de leerlingen gestimuleerd om verder (literatuur)onderzoek te doen. Bij deze stageweek werd op het laatste moment door de school aangegeven dat maandag een toetsdag voor de leerlingen was. Daarom moest de week met een dag ingekort worden. Dit werd door de bedrijven als zeer vervelend ervaren. Om dit in het vervolg te voorkomen, moeten de scholen samen één week per jaar selecteren voor de stageweek en zorgen ze er beide voor dat deze hele week beschikbaar is en blijft.

TAAKVERDELING De bedrijven vinden het belangrijk dat de scholen zelf aangeven waar zij behoefte aan hebben. De bedrijven zullen dan hun best doen om in deze behoefte te voorzien. Zo is ook het plan van de profielwerkstukken ontstaan. De docenten gaven bij het eerste gesprek aan daarmee iets te willen doen. Aangezien de stageweek op de bedrijven plaats vond, is daar veel inzet geweest voor de stageweek. De bedrijven hebben het programma opgesteld, het materiaalontwikkeld en enkele medewerkers hebben tijdens de week de leerlingen intensief begeleid. De scholen zorgen voor de selectie van de leerlingen.

GASTLESSEN Ook wat betreft de gastlessen zijn de bedrijven van mening dat het initiatief van de scholen moet uitgaan. Zij moeten aangeven wanneer en waarover zij behoefte hebben aan een gastles. De docent zorgt ervoor dat de gastspreker op de hoogte is van wat leerlingen al weten en wat ze kunnen. Zo kan de spreker zich goed voorbereiden op de gastles. Het Maasland College heeft aangegeven dat het een goed idee zou zijn om een gastles te geven over chromatografie. Deze les is in februari 2003 gegeven door een medewerker van Diosynth, wiens kinderen naar het Maasland College gaan. Voor de les hebben de docent en de gastdocenten meerdere malen op school overlegd over de inhoud. Tot nu toe (juni 2003) heeft het Hooghuis Lyceum niet een verzoek voor een gastles ingediend bij de bedrijven. Daarom heeft op die school nog geen gastles plaatsgevonden.

BEREIKBAARHEID DOCENTEN Naast direct contact is e-mail het communicatiemiddel bij uitstek. In bedrijven is het lezen en beantwoorden ervan routine. Ook het projectteam maakt dankbaar gebruik van het communicatiemiddel. Bij deze samenwerking kwam duidelijk naar voren dat voor docenten e-mail niet zo vanzelfsprekend is. E-mail berichten worden lang niet altijd beantwoord. Het is belangrijk om daarmee rekening te houden.

TOEKOMST De inhoud van de samenwerking blijft zich nog steeds ontwikkelen. Door de regelmatige evaluaties die de deelnemers met elkaar voeren, wordt de invulling van de samenwerking telkens verfijnd. Zo is een samenwerking gevormd waar alle deelnemers tevreden over zijn. Zolang de docenten hun behoeften en wensen aangeven aan de bedrijven, zal de samenwerking zeker blijven voortbestaan.

PRODUCTEVALUATIE

Door de verschillende projecten, ontstonden bij deze samenwerking ook verschillende producten. Voor de stageweek werd een programma ontwikkeld, dat ondersteund werd met een (werk)boek over aspirine. Een les werd samengesteld in overleg tussen de scheikunde- en gastdocent. Aan deze les werd ook een excursie voor alle leerlingen gekoppeld.

Stageweek: onderwerp, programma en boekje Voor de stageweek is een programma ontwikkeld rondom aspirine. Dit bekende medicijn werd gekozen als kapstok voor de activiteiten in de bedrijven. Het bleek niet mogelijk te zijn om een daadwerkelijk medicijn van de bedrijven te gebruiken, zowel vanwege veiligheid als van complexiteit van de reacties. De synthese van aspirine is daarentegen goed en veilig te doen voor leerlingen. In de stageweek maken en analyseren de leerlingen het medicijn en krijgen daarnaast ook rondleidingen langs diverse labs en een lezing over de bedrijfsactiviteiten. De leerlingen krijgen tijdens de stage een boekje: aspirine, bereiding, zuivering en karakterisering. Hierin zijn de theoretische achtergrond, vragen en voorschriften voor de experimenten opgenomen. Het boekje is geschreven op basis van het inwerkprogramma van MLO'ers. Het boekje bevat verschillende practicumvoorschriften, die stap voor stap beschrijven wat de leerlingen moeten doen. Deze voorschriften kunnen zo door een andere school worden toegepast, mits ze over de juiste (geschikte) apparatuur beschikken. Voor een compleet profielwerkstuk (80 sl), wordt van de leerlingen verwacht dat zij naast de stageweek (40 sl) het onderwerp uitbreiden met een zelfstandig (literatuur)onderzoek. Naar aanleiding daarvan hebben de bedrijven het programma na de eerste stage enigszins aangepast. Bij het onderdeel 'creativiteit' worden leerlingen gestimuleerd om na de stageweek verder te gaan met een onderwerp gerelateerd aan de inhoud van de stageweek.

Gastles De keuze van het onderwerp voor de gastles (chromatografie) werd vooral bepaald door het curriculum: dit onderdeel was volgens het programma aan de beurt. Vanwege de analytische expertise bij de bedrijven, heeft de docent gevraagd of een werknemer hierover de gastles zou kunnen geven. De docent heeft de medewerker begeleid bij de voorbereiding van de gastles, zodat inhoud en niveau goed aansloten bij de leerlingen. Ter illustratie van de les had de gastdocent wat labmateriaal meegenomen, zoals DLC-plaatjes en een kolom uit een gaschromatograaf.

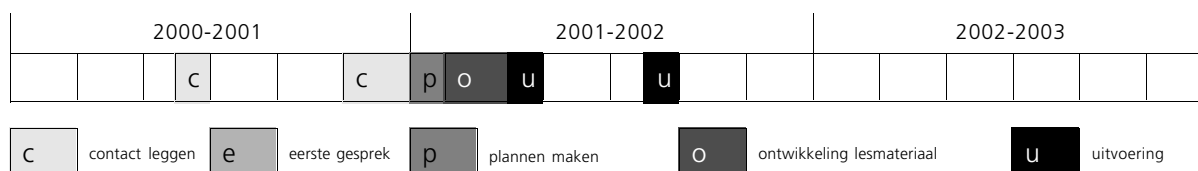
Bedrijfsbezoek Bij het bezoek aan het bedrijf gekoppeld aan de gastles stond het analytische laboratorium centraal. Daar werd een rondleiding gegeven. Ook werd een productieafdeling bezocht. Enkele leerlingen gaven na afloop van het bezoek aan dat het werk hun 'saai' leek. Sommigen gaven aan dat ze niet verwachten dat op deze afdelingen HBO'ers en WO'ers werken. Voor een volgende excursie kan dit een aandachtspunt zijn. Een volgende keer aan de leerlingen verteld worden wat de

opleiding is van de mensen die in bepaalde functies werken en daarbij een uitleg geven van de inhoud van die functie. Zo krijgen de leerlingen een beeld van welke beroepen er bij een bepaalde studie horen.

CONTACT

Instelling	Het bedrijf	De school
Contactpersonen	DIOSYNTH BV	Maaslandcollege
	Maryke Visser	C. Schouten
	Hoofd Opleidingen & Arbeidsmarktcommunicatie	
Adres	Postbus 20	Vianenstraat 1
Postcode/plaats	5340 BH OSS	5342 AJ Oss
Telefoon	0412-661352	0412-622328
e-Mailadres	Maryke.visser@diosynth.com	c.schouten@kennisnet.nl
Instelling	NV Organon	
Contactpersoon	Nicole Westhoff	
Adres	Molenstraat 110	
Postcode/plaats	5340 BH Oss	
Telefoon	0412-661714	
e-Mailadres	nicole.westhoff@organon.com	

Solvay Pharmaceuticals (Weesp) en Griflandcollege (Soest)



SOLVAY PHARMACEUTICALS

Het bedrijf is 1 van de 3 strategische businessunits van Solvay. Dit concern heeft totaal 33000 werknemers verspreid over 50 landen. In Nederland werken er 1500 mensen bij de drie vestigingen. In Weesp bevindt zich naast de productielocatie ook de Research en Development afdeling. In Olst en Veenendaal worden de benodigde grondstoffen geproduceerd. Solvay Pharmaceuticals maakt geneesmiddelen binnen vier hoofdtakken. Ze ontwikkelen medicijnen voor de psychiatrie (hoofd), de gastro-enterologie (maag/darm; buik), de gynaecologie (vrouw) en cardiologie (hart).

GRIFLANDCOLLEGE

Deze scholengemeenschap op protestants-christelijke grondslag, omvat de theoretische leerweg van het vmbo, de havo en het vwo. De enige locatie in Soest huisvest ruim 1300 leerlingen en 135 docenten. Van het Griflandcollege is één docent betrokken bij het project. Deze docent is tijdens het vormen van de samenwerking een leraar in opleiding, die naast zijn opleiding werkt bij Solvay Pharmaceuticals in Weesp.

DE ONZUIVERE PIL

In 4 havo hebben de leerlingen tryptamine gekristalliseerd. Deze synthese werd gekozen als veilig alternatief voor de kristallisatie van het darmmedicijn mebeverine. Het voorschrift voor de kristallisatie was zo geschreven dat de opbrengst niet optimaal was. De leerlingen kozen uit zes verschillende onderzoeksopdrachten, waarin het verbeteren van de reactiecondities centraal stond. De resultaten van deze onderzoeken presenteerden de leerlingen elkaar met een poster. Enkele maanden na de activiteiten in de klas, vond het bedrijfsbezoek plaats. Daar kregen de leerlingen een inleiding over het bedrijf met onder meer een video. Ook brachten de leerlingen een bezoek aan de proeffabriek en een van de R&D laboratoria.

VEILIG ALTERNATIEF Voor de lessen werden verschillende mogelijkheden van syntheseroutes die bij Solvay plaatsvinden bestudeerd. De criteria om in de klas uitgevoerd te worden waren: veiligheid, aansluiting bij de kennis van de leerlingen, duidelijke connectie tussen het experiment en een fabrieksproces en de kans op het slagen van het experiment bij uitvoering door de leerlingen. Veel van de processen

die Solvay uitvoert, waren niet veilig genoeg voor de leerlingen. Vaak worden biologisch actieve stoffen gebruikt of ze ontstaan tijdens het experiment. Andere experimenten vielen af doordat de oplosmiddelen niet geschikt waren voor gebruik op school. Tijdens het zoekproces werd een nieuw criterium toegevoegd. De reactie moest ook voor de leerlingen duidelijk te volgen zijn. Daardoor werd gedacht aan de kristallisatie van mebeverine, een darmmedicijn. De kristallisatie is een goed zichtbaar proces. Alleen had mebeverine hetzelfde nadeel als veel producten van het bedrijf: het is een biologisch actieve stof. Bij voorgeschreven gebruik helpt het tegen darmkramp. Bij gezonde leerlingen kan het juist darmverslapping en daardoor diarree veroorzaken. Het werd dus niet verstandig gevonden deze kristallisatie uit te voeren. Aangezien het kristallisatieproces als meest geschikt voor de leerlingen werd gevonden, werd gezocht naar een veilig alternatief voor het experiment. Uiteindelijk werd de kristallisatie van tryptamine gekozen. De kristallisatie vindt onder dezelfde omstandigheden als mebeverine plaats, maar tryptamine is veiliger om mee te werken voor de leerlingen.

OPTIMALISATIE De leerlingen voerden de kristallisatie eerst volgens het voorschrift uit. Hierbij ontstond het HCl-zout van tryptamine. Vervolgens werd de leerlingen duidelijk gemaakt dat de opbrengst van de kristallisatie hoger zou kunnen zijn. Hiervoor zouden enkele reactiecondities veranderd moeten worden. De leerlingen konden vervolgens kiezen uit verschillende onderzoeksopdrachten om de kristallisatie te verbeteren. Mogelijkheden waren het variëren de hoeveelheid oplosmiddelen, de hoeveelheid zoutzuur en de concentraties van het zoutzuur. Ook konden de leerlingen ervoor kiezen om het temperatuursverloop van de reactie te volgen met behulp van Coach. De leerlingen mochten ook zelf een onderzoek bedenken voor het optimaliseren van de reactiecondities. De resultaten van de verschillende onderzoeken presenteerden de leerlingen aan elkaar via posters.

BEDRIJFSBEZOEK Het duurde lang voordat bedrijfsleiding als schoolleiding toestemming gaven voor het bedrijfsbezoek. Er zat ruim 4 maanden tijd tussen de experimenten in de klas en het bedrijfsbezoek. Daardoor stonden de experimenten en het bedrijfsbezoek los van elkaar. De circa 15 leerlingen werden aan het begin van de middag welkom geheten door een PR-medewerkster van het bedrijf. Na een korte inleiding, liet zij een video zien over het bedrijf. Vervolgens vertelde de docent wat over de chemie die bij het bedrijf plaatsvindt, onder de titel 'Van molecuul tot medicijn'. De leerlingen werden in twee groepen opgesplitst en brachten een bezoek aan de proeffabriek en een onderzoekslaboratorium. Aan het eind van de middag kwamen de leerlingen nog bijeen, kregen wat te drinken en te eten en vlak voor ze naar huis gingen wat informatie van het bedrijf en enkele 'hebbedingetjes' mee.

PROCESEVALUATIE

Bij deze samenwerking was het contactpersoon op het bedrijf dezelfde als op de school. De contactpersoon werkte al bij Solvay toen hij startte met de leraren-

opleiding. Deze opleiding is hij naast zijn werk bij Solvay gaan doen. Tijdens, maar ook na zijn opleiding gaf hij les op het Griflandcollege te Soest. Bij deze evaluatie ligt de nadruk niet zozeer op het samenwerken tussen het bedrijf en de school, maar op de problemen die de contactpersoon zowel op school als op het bedrijf tegen kwam.

START VAN DE SAMENWERKING In het eerste jaar van het project, werd door een medewerkster van Solvay contact met het projectteam opgenomen. Rondom de afwikkeling van het project 'Microschaalexperimenten' heeft het bedrijf twee scholen in Weesp geadopteerd. In het gesprek werd de mogelijkheid van samenwerking besproken in het kader van het project 'Industrie op microschaal'. Bij een later contact werd echter aangegeven dat Solvay in een reorganisatie zat, waardoor het idee tijdelijk op de plank zal blijven liggen. Op korte termijn zal er in ieder geval niets plaatsvinden. Via een oud-medewerker van Solvay kreeg het projectteam de naam door van een medewerker van Solvay die recent gestart was met de lerarenopleiding scheikunde. Hij werkt drie dagen in de week bij het bedrijf en twee dagen in de week op school. Toen hij eind januari 2001 benaderd werd, was hij zeer geïnteresseerd in het meedoen in het project. Alleen op korte termijn zag hij nog geen mogelijkheden. Na de zomervakantie zou hij waarschijnlijk wel tijd genoeg hebben om in het project te investeren.

ONTWIKKELING Gelijk na de zomer is de docent/bedrijfschemicus aan de slag gegaan om het lesmateriaal te maken. Op het bedrijf werd hij bijgestaan door een collega, op school was hij bezig zijn mededocenten en TOA te motiveren. Het lesmateriaal heeft hij grotendeels zelf gemaakt en ook gebruikt voor zijn opleiding. Nog voor de kerstvakantie heeft hij de lessen uitgevoerd in de klas met leerlingen van 4 havo.

ONDERLINGE BETROKKENHEID EN SAMENWERKING Het bedrijf was actief betrokken bij het project via de inzet van de bedrijfschemicus, die ook scheikundedocent is. Zonder deze medewerker/docent was er waarschijnlijk niet veel gebeurd. Het kostte veel tijd voordat een bedrijfsbezoek geregeld kon worden. Al bij de eerste contacten met het bedrijf werd aangegeven dat bezoeken aan het bedrijf geen optie waren; dit zou de dagelijkse werkzaamheden teveel verstoren. Ook was de angst dat als één bezoek plaats zou vinden, opeens veel meer verzoeken zouden komen en het bedrijf veel meer tijd aan de rondleidingen zou moeten besteden. Daarbij wisten ze op het bedrijf ook niet goed wat ze van de leerlingen moesten verwachten. Zouden ze zich wel netjes gedragen? Uiteindelijk viel het allemaal mee en heeft het bedrijf een leuke middag verzorgd voor de leerlingen. Een jaar later is nog een bedrijfsbezoek geregeld voor leerlingen die het jaar ervoor ook de experimenten hebben uitgevoerd, maar helaas niet meekonden naar het bedrijf. Het is nog onbekend of in de toekomst de bezoeken blijven plaatsvinden.

ANDER SCHOLEN BETREKKEN Door de bijzondere betrokkenheid van de docent bij het bedrijf, is in dit geval afgeweken van het samenwerken binnen de regio. Vanaf het begin van het project is wel overlegd of scholen uit de directe omgeving van het bedrijf betrokken zouden kunnen worden bij het project. In het eerste jaar gaf de contactpersoon aan dat op dat moment liever niet te doen, maar dat het volgende jaren misschien mogelijk zou zijn. Aangezien de samenwerking op dit moment sterk afhankelijk is van de inzet van deze bedrijfschemicus/docent, lijkt het in de toekomst ook niet uitgebreid te gaan worden. Ondanks zijn goede contacten binnen het bedrijf, was het voor hem al niet eenvoudig een bezoek te regelen. Voor een andere docent zou dit wellicht nog meer moeite kosten.

PRODUCTEVALUATIE

Over het lesmateriaal heeft de docent zelf enige kritiekpunten aangegeven. Deze zijn deels verwerkt in het verslag wat hij voor zijn opleiding moest maken. Door wat aanpassingen in de organisatie zou de impact van de lessen op de leerlingen verbeterd kunnen worden. In het verslag worden ook de reacties van de leerlingen op het materiaal weergegeven. Het lesmateriaal is wel zo gemaakt dat het toegepast kan worden door andere scholen.

EEN KRITIEKPUNT DOCENT De docent merkte zelf op dat het product dat centraal stond, toch ver van de beleving van de leerlingen afstond. Maag- en darmklachten komen niet voor in de belevingswereld van leerlingen. Daarentegen zijn wel veel leerlingen geïnteresseerd in de gezondheidszorg. Vanuit dat oogpunt kan voorgesteld worden dat aandacht aan het ontwikkelen van een medicijn motiverend kan zijn. Een probleem is hier wel dat de leerlingen weten dat ze niet met het medicijn zelf bezig zijn. Deze keus is met goede redenen gemaakt, maar kan wel het achterliggende idee afzwakken.

AANPASSINGEN IN ORGANISATIE Ook gaf de docent als probleem aan dat aan de posters geen cijfers konden worden toegekend. Deze opdracht was namelijk niet opgenomen in het PTA. Daardoor hebben de leerlingen minder inzet dan mogelijk getoond bij het onderzoek en het maken van de posters. Door de lange tijd tussen de lessen en het bedrijfsbezoek, kon niet duidelijk de verbinding tussen beide worden gelegd. Nu stonden ze beide op zichzelf. Het verband tussen de eigen experimenten en het bedrijf zou voor de leerlingen duidelijker worden als beide plaatsvinden met een korte tussentijd. Wel heeft het de voorkeur om eerst in de klas bezig te zijn voor het bedrijf bezocht wordt. In het bedrijf kan de leerlingen gewezen worden op wat ze in de klas gedaan hebben en hoe dat in het bedrijf gebeurt. Ze kunnen wat ze op het bedrijf zien dan direct koppelen aan hun eigen ervaringen.

REACTIES LEERLINGEN De leerlingen vonden het leuk om eens zelf een onderzoek te doen. Dit was interessanter dan het volgen van een kookboekvoorschrift uit het boek zoals gewoonlijk. Ze vonden het wel moeilijk om te doen. De leerlingen

gaven zelf aan dat ze geleerd hadden zelfstandig te werken en een onderzoek te plannen. De lessen passen dus goed in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

TOEPASSING ANDERE SCHOLEN De lessen zouden ook goed in het programma van andere scholen kunnen worden gebruikt. Aan de hand van de kristallisatie kan worden uitgelegd hoe belangrijk zuivering is voor de productie van medicijnen. De opzet van de lessen met een uitdaging voor de leerlingen om de opbrengst te verbeteren, werkte motiverend. Het is een goede manier om leerlingen aan te zetten tot eigen onderzoek.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	Solvay Pharmaceuticals	Griftlandcollege
Contactpersoon	Harry Mons	Harry Mons
Adres	Postbus 900	
Postcode/plaats	1380 DA Weesp	
Telefoon	0294479216	
e-Mailadres	harry.mons@solvay.com	

DSM Coating Resins en Greijdanus College (Zwolle)



DSM COATING RESINS

DSM is een chemische multinational met een Nederlandse oorsprong. DSM Coating Resins is 1 van de 13 businessunits van DSM. Het hoofdkantoor bevindt zich in Zwolle. Bij Coating Resins worden polyester harsen ontwikkeld voor poedercoatings (voor bijvoorbeeld auto's) en coatings voor blikken en spoelen. Daarnaast worden ook harsen voor decoratiemarkt, beschermingsmarkt, onderhoudsmarkt en industrie ontwikkeld.

GREIJDANUS COLLEGE

Het college is een gereformeerde (vrijgemaakt) scholengemeenschap voor het voortgezet onderwijs in Oost-Nederland. De diverse locaties zijn gevestigd in Zwolle, Hardenberg, Enschede en Meppel waar de leerwegen lwoo, vmbo, havo en vwo te volgen zijn. Totaal zijn er 3500 leerlingen, waarvan er 2500 in de hoofdvestiging in Zwolle. Op deze locatie werken 230 personeelsleden. De sectie scheikunde bestaat uit 4 docenten en 1 TOA. Twee van deze docenten zijn bij het project betrokken, net als de TOA. In onderstaande tabel is het aantal leerlingen dat scheikunde volgt op het Greijdanus College aangegeven. De verdeling van de leerlingen over de natuurprofielen is globaal 40% in het NT-profiel en 60% in het NG-profiel.

Klas	3 havo	4 havo	5 havo	3 vwo	4 vwo	5 vwo	6 vwo
Aantal leerlingen scheikunde	116	56	53	102	52	42	43

Bij het project waren alle scheikundeleerlingen uit 5 vwo betrokken. Uit 6 vwo hebben 8 leerlingen een profielwerkstuk binnen het project gemaakt.

VERF

De docenten hebben op basis van informatie verstrekt door DSM, hebben de docenten lesmateriaal over verf ontwikkeld. Dit resulteerde in een bijna 20 pagina's bevattend geel boekje, waar naast de historie van verf ook de chemische achtergrond wordt beschreven. Het materiaal is gebruikt in de vijfde klas, als aanvulling op het hoofdstuk over (poly)esters. Acht leerlingen uit 6 vwo gebruikten het materiaal als voorbereiding op een profielwerkstuk over verf. Het praktische werk voor de

profielwerkstukken vond plaats op school, waarbij ook gebruik gemaakt kon worden van apparatuur dat het bedrijf hiervoor had uitgeleend aan school. Bij leerlingen mengden zelf verf met verschillende (hoeveelheden) drogers en testen dit vervolgens met apparatuur dat het bedrijf had uitgeleend daarvoor. Ook was er een duo dat zelf geprobeerd heeft een alkydhars te maken. De leerlingen die het profielwerkstuk in het kader van de samenwerking met DSM hebben gemaakt, kregen vooraf een rondleiding op het onderzoekslaboratorium van DSM en een gastles van een van de medewerkers.

PROCESEVALUATIE

START VAN DE SAMENWERKING De school is bezig met het opzetten van een stagebureau. Het idee is dat leerlingen voor hun profielwerkstuk echte onderzoeksvragen op zich nemen, die bedrijven uit de regio bij het bureau indienen. Voor dit bureau is de school bezig om bedrijven in de regio te benaderen. Een scheikundedocent was daarbij ook enthousiast over 'Industrie op Microschaal' en ging zelf chemische bedrijven in de regio benaderen. Via een kring van de KNCV kreeg de docent contact met een medewerker van DSM Coating Resins aan het begin van het schooljaar 2001/2002. Deze medewerker is vrij snel na het eerste contact bij het bedrijf weggegaan, maar zorgde voor een nieuwe contactpersoon. Deze R&D manager wil graag meedoen binnen het project, aangezien hij het belang ziet van de contacten met de samenleving. Bij de eerste bijeenkomst waren twee docenten van de school, de R&D manager, een onderzoeksmedewerker van het bedrijf en een medewerker van het projectteam aanwezig. Tijdens deze bijeenkomst werden de mogelijkheden voor het project besproken. Op deze bedrijfslocatie worden geen lakken geproduceerd, maar wordt onderzoek gedaan om de lakken te verbeteren. Van de experimenten van de onderzoeksafdeling wordt betwijfeld of ze ook op microschaal mogelijk zijn. Vanwege de hoge viscositeit van de reactieproducten, is het al moeilijk om de synthese uit te voeren op een schaal van 100 ml. Wel zal verder uitgezocht worden wat op kleine schaal mogelijk is. Naast een synthese is het voorstel om een coating aan de leerlingen aan te bieden. Daarmee kunnen verschillende experimenten uitgevoerd worden, zoals onderzoek van de hechting aan verschillende ondergronden of het testen van de krasvastheid van de laag. Afgesproken wordt om zich eerst te richten op de profielwerkstukken.

ONDERLINGE SAMENWERKING EN BETROKKENHEID Voor de profielwerkstukken formuleert de bedrijfschemicus enkele onderzoeksvragen. De docenten zijn positief over de ideeën. Ze nemen tot de zomer de tijd om leerlingenmateriaal over verf te schrijven. DSM levert hiervoor literatuur en kijkt mee of de inhoud chemisch correct is. De eerste versie van het leerlingenmateriaal is voor de zomer klaar. Na de herfstvakantie (oktober 2002) is het materiaal af en gaan de leerlingen ermee aan het werk. Leerlingen uit 5 vwo maken de opdrachten als uitbreiding van het hoofdstuk over (poly)esters. Acht leerlingen uit 6 vwo die het profielwerkstuk gaan doen,

gebruiken het materiaal om zich in te lezen. Zij krijgen ter voorbereiding ook een gastles van een medewerker van DSM en een rondleiding over het laboratorium bij DSM. Voor de uitvoering van de profielwerkstukken krijgt de school allerlei apparatuur te leen van DSM. Ook krijgt de school wat glaswerk, wat op het bedrijf niet meer gebruikt wordt. De contacten bij deze samenwerking verlopen goed. Het is duidelijk wie wat doet en wat de betrokkenen van elkaar verwachten. Het bedrijf zorgt voor input van de benodigde specifieke chemische kennis en materialen, de school voor het toepasbaar maken voor de leerlingen. Na afloop is iedereen zeer tevreden en vast van plan de samenwerking in de toekomst voort te zetten.

PRODUCTEVALUATIE

GELE BOEKJE Op basis van een flinke hoeveelheid vakliteratuur van DSM, hebben de docenten leerlingmateriaal over verf geschreven. Dit 'gele boekje' bevat teksten over de historie van verven en lijmen en over de verschillende soorten verf. Daarbij wordt aandacht besteed aan de verschillende eigenschappen en de chemische samenstelling van de verven. In de tekst staan allerlei opdrachten voor de leerlingen over het onderwerp. Voor de leerlingen uit 5 vwo werd het materiaal gebruikt als verdieping van de theorie over (poly)esters. Leerlingen uit 6 vwo gebruikten het materiaal als voorbereiding op hun profielwerkstuk over verf.

Invloed van drogers Voor het profielwerkstuk gingen leerlingen zelf verven mengen met behulp van de grondstoffen die DSM leverde. Een van de bestanddelen van verf zijn drogers. De leerlingen onderzochten de invloed van verschillende soorten drogers en de hoeveelheid ervan op de droog snelheid van de verf. Daarbij maakten ze gebruik van technieken die ook DSM gebruikt in het applicatielab. Zo kan vrij eenvoudig met een watje de stofdroogheid van de verf bepaald worden. Andere testen vereisen wat meer gespecialiseerde apparatuur, die voor een tijd door het bedrijf uitgeleend werden aan de school.

Synthese van een alkydhars Een leerlingenduo had op eigen initiatief besloten dat zij graag wilde proberen zelf een alkydhars te maken. Dit is een van de belangrijke bestanddelen van verf. Zoals door de bedrijfsmedewerkers al aan het begin verwacht, ondervonden de leerlingen hierbij veel problemen. Maar proefondervindelijk ervoeren de leerlingen wel de aspecten die belangrijk zijn bij het ontwikkelen van een goede hars als basis van de verf.

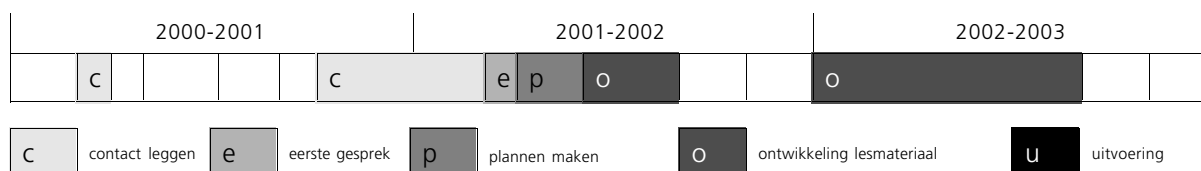
TOEPASBAARHEID ANDERE SCHOLEN De leerlingentekst over verf zou zo ook op andere scholen kunnen worden toegepast. Voor de experimenten ligt dat wat moeilijker. Aangezien het bedrijf zowel de grondstoffen leverde als de specifieke apparatuur uitleende, is dit onderdeel sterk afhankelijk van het contact met het bedrijf. Maar anderzijds zijn bepaalde methoden die op het bedrijf toegepast worden zeer geschikt voor op scholen. Hierbij valt te denken aan zoals de

stofdroogheid bepalen met behulp van een watje of de krasvastheid met behulp van potloden.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	DSM Resins BV	Greijdanus College
Contactpersonen	Leendert Molhoek Paul Vercoulen	Hans Vogelzang
Adres	Ceintuurbaan 5	Postbus 393
Postcode/plaats	8022 AW Zwolle	8000 AJ Zwolle
Telefoon	038 4569400	038 4698698
e-Mailadres	leen.molhoek@dsm.com	j.vogelzang@greijdanus.nl

DSM Food Specialties en het Christelijk Lyceum Delft (Delft)



DSM FOOD SPECIALTIES

Na overname door DSM is de naam Gist-Broccades gewijzigd in DSM Food Specialties. Het bedrijf is daarmee één van de dertien businessunits van DSM. Het bedrijf DSM Food Specialties te Delft produceert antibiotica, eiwitten, gist en gistextracten en kleur- en smaakstoffen als voedseladditieven. De locatie in Delft heeft 500 medewerkers. Naast de productie vindt er op de locatie ook onderzoek plaats, waar nieuwe producten, en verbeteringen voor het productieproces worden onderzocht. Omdat het bedrijf een centrale plek in Delft inneemt, wil het bedrijf betrokken zijn bij de Delftse gemeenschap.

CHRISTELIJK LYCEUM DELFT

Het lyceum maakt deel uit van de scholengroep Perspectief. De school kent drie locaties, twee voor vmbo en een voor havo en vwo. Deze laatste is betrokken bij het project. Op die locatie zitten 1050 leerlingen in het schooljaar 2002-2003 en werken 80 personeelsleden. De sectie scheikunde bestaat uit 4 docenten en 1 TOA; 2 docenten en de TOA zijn bij het project betrokken. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3	vwo 4	vwo 5	vwo 6
NT profiel (aantal leerlingen)	89	12	5	117	15	13	13
NG profiel (aantal leerlingen)		27	16		30	16	26

De vijfde klassen zullen bij het project betrokken worden.

GROENE CHEMIE

Gepland staat een lessenserie 'Groene Chemie'. In de lessenserie zal aandacht worden besteed aan de achtergrond en geschiedenis van de bedrijfsprocessen, ook zal er door de leerlingen een practicum worden uitgevoerd. Bovendien zullen de betrokkenen een bedrijfsbezoek proberen mogelijk te maken. Het ontwerp van de lessenserie is nog niet afgerond.

INTRODUCTIE De introductie van de lessenserie bestaat uit informatie over de verschillende productieprocessen binnen het bedrijf. De situatie van vroeger wordt vergeleken met de huidige productieprocessen. Voordat biotechnologische technieken hun toepassing kregen binnen het bedrijf werden de productieprocessen uitgevoerd bij temperaturen van 50°C, met gebruik van veel koelwater en veel organische oplosmiddelen. Dit proces wordt in de lessenserie vergeleken met de huidige werkwijze op het bedrijf, waar biotechnologische technieken hun intrede hebben gedaan. Het gebruik van de biotechnologische technieken heeft veel voordelen ten opzichte van de oude ‘chemische’ productiewijze: het energieverbruik is aanzienlijk minder, er is geen waterkoeling meer nodig en het gebruik van organische oplosmiddelen is overbodig.

EXPERIMENT Naast de theoretische achtergrondinformatie gaan de leerlingen ook een practicum uitvoeren. Dit experiment is reeds ontwikkeld, maar moet nog geschikt worden gemaakt voor gebruik in de klas. Het heeft betrekking op een van de bedrijfsprocessen: de omzetting van penicilline in een ander antibioticum door gebruik te maken van micro-organismen. Voor het experiment dat is ontwikkeld om in de klas uit te voeren wordt geen penicilline maar cephalosporine gebruikt. Met behulp van micro-organismen worden zijketens van cephalosporine afgesplitst (hydrolyse) en aangehecht waarna de resultaten geanalyseerd kunnen worden met dunne laag chromatografie (TLC). Dit experiment wordt herhaald bij verschillende pH-waarden waardoor een bepaling van een pH-optimum duidelijk wordt. De detectie met behulp van TLC is bij cephalosporine eenvoudiger dan wanneer er penicilline wordt gebruikt.

BEDRIJFSBEZOEK Een bedrijfsbezoek ligt wel in de planning, maar moet nog worden besproken.

PROCESEVALUATIE

START VAN DE SAMENWERKING Naar aanleiding van een artikel onder de titel ‘Scheikundeonderwijs moet spannender en praktijkgerichter’ in de onderwijsspecial van de NCI (een uitgave van de VNCI) in het najaar van 2000, werd contact gezocht met de docente die in het artikel werd genoemd. Afgaand op het artikel leken DSM Food Specialties en de docente van het Christelijk Lyceum Delft een goed contact te onderhouden. Dit was echter niet het geval, aldus de docente. Het contact tussen de school en het bedrijf bestond uit een eenmalige deelname aan ‘Meet the Boss’. De docente gaf aan niet in het schooljaar 2000-2001, maar wel in daarop volgende schooljaar (2001-2002) een samenwerking met een bedrijf aan te willen gaan. Het leggen van contact met het betreffende bedrijf resulteerde op dat moment niet in een samenwerking. Bijna een jaar later, tijdens een KNCV congres, maakte het projectteam kennis met een medewerker van DSM Food Specialties te Delft. De medewerker was zeer enthousiast over het project en heeft ons een contactpersoon binnen het bedrijf doorgegeven. Die contactpersoon is werkzaam als General Head

Laboratories binnen de Research afdeling. De medewerkster onderzocht na het eerste gesprek mogelijkheden voor het bedrijf om aan het project deel te nemen om een samenwerking met een school in de regio aan te gaan. Bovendien heeft zij contact opgenomen met de andere DSM Businessunits die reeds aan het project deelnamen om na te gaan hoe de samenwerking daar is aangepakt. Al een maand later bleek het bedrijf een samenwerking met een school aan te willen gaan en voerde het projectteam het eerste gesprek met de bedrijfsmedewerker die zich met het project zou gaan bezighouden. Het contact met de school was vervolgens snel gemaakt, een jaar na het artikel in NCI. De docente en de bedrijfsmedewerker bespraken tijdens het eerste gesprek mogelijkheden om een invulling aan de samenwerking te geven.

ONDERLINGE SAMENWERKING EN DE BETROKKENHEID Het onderlinge contact tussen de betrokkenen is goed en verloopt vooral via de mail en af en toe ook via de telefoon. Ook het projectteam wordt aanvankelijk goed op de hoogte gehouden van de ontwikkeling binnen deze samenwerking, die er veel belovend uitzag. Na een aantal maanden heeft de docente het project echter wegens grote drukte enige tijd op een laag pitje gezet. Een jaar later heeft zij de draad weer opgepakt en is ze weer aan de slag gegaan met de verdere ontwikkeling van de lessenserie. Op het bedrijf werd in de tussentijd verder gewerkt aan het experiment. Inmiddels is er een werkend voorschrift dat nog moet worden omgezet in een voorschrift voor leerlingen. De bedrijfsmedewerker heeft aangegeven dat een analist dat zal doen. Dit blijkt echter niet probleemloos te verlopen. Binnen de Research-afdeling moeten alle werknemers hun uren verantwoorden. Analisten hebben niet de mogelijkheid, zoals de betrokken bedrijfsmedewerker wel heeft als research fellow, om uren te declareren onder 'algemeen'. De bedrijfsmedewerker gaat nu proberen de samenwerking onder te brengen binnen Jet-Net. Op die manier is het een project geworden binnen het bedrijf waar geld voor is gereserveerd. De activiteiten kunnen dan binnen dat kader worden voortgezet en uitgebreid. De docente en de bedrijfsmedewerker houden elkaar goed op de hoogte van de ontwikkelingen. Als afspraken niet na zijn gekomen of niet kunnen worden nagekomen nemen zij met elkaar contact op. De samenwerking verloopt door dit goede contact tussen de betrokkenen goed.

INVULLING De docente heeft bij de start van de samenwerking aangegeven dat zij ook andere vakken bij de samenwerking zou willen betrekken. De ontwikkelingen richten zich momenteel nog op de scheikunde.

PRODUCTEVALUATIE

BEDRIJFSBEZOEK Zoals al eerder vermeld willen de betrokkenen een bedrijfsbezoek realiseren. Het bedrijf werd vroeger vaak bezocht door schoolklassen. De bedrijfsleiding heeft op een bepaald moment echter besloten geen bedrijfsbezoeken meer toe te staan, omdat het organiseren en realiseren van dergelijke bezoeken het

bedrijf erg veel tijd kost, en het niet direct leidt tot een zichtbaar resultaat. De bedrijfsmedewerker zal zich de komende periode inzetten om via Jet-Net een bedrijfsbezoek als vast onderdeel te laten terugkeren binnen de samenwerking met de school. Het besef is inmiddels ook gekomen dat het organiseren van een bedrijfsbezoek bijdraagt aan een imago verbetering en een onderdeel vormen van 'responsible care'

ONTWIKKELING LESMATERIAAL De betrokkenen zijn tevreden met het tot nu toe behaalde resultaat. De bedrijfsmedewerker vindt het wel erg jammer dat de ontwikkelingen niet sneller zijn gegaan, maar dit maakt zijn enthousiasme voor de samenwerking niet minder. De docente heeft naast dit project ook nog veel andere taken buiten haar werkzaamheden op school. Dit heeft ertoe geleid dat zij niet altijd in staat was voldoende tijd in dit project te steken, waardoor de ontwikkeling langer duurt dan verwacht. Voorlopig zullen de betrokkenen bezig blijven met het uitwerken en ontwikkelen van de lessenserie. Het plan is om het volgend schooljaar (2003-2004) afgerond te hebben.

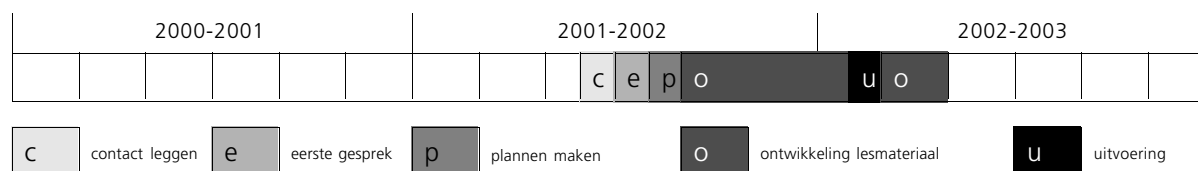
JET-NET Door de samenwerking onder Jet-Net onder te brengen, wordt het een structureel project is. Binnen het bedrijf worden dan middelen vrijgemaakt om een samenwerking met de school aan te gaan. DSM is immers een van de initiatiefnemers van Jet-Net. De samenwerking hangt dan niet langer slechts van het enthousiasme van één van de medewerkers af, zoals nu wel het geval is. Op dit moment wordt de samenwerking binnen het bedrijf geleid door iemand die het eigenlijk als een soort hobby ziet. Het is de bedoeling en de wens van het bedrijf om de samenwerking een structureel karakter te geven en dat lukt alleen als het op een officiële manier binnen het bedrijf is ingebed.

Het is mogelijk dat ook andere scholen worden benaderd, na afronding van het lesmateriaal. Het lesmateriaal kan op alle scholen gebruikt worden, mits zij over de juiste micro-organismen kunnen beschikken. De verspreiding van de micro-organismen is misschien nog wel een probleem. Wellicht dat daar een andere partij voor zou moeten worden benaderd om de verzendingen naar scholen te verzorgen. Bedrijfsbezoeken zullen met name voor scholen in de regio worden geregeld.

CONTACT

	De school
Instelling	Christelijk Lyceum Delft
Contactpersoon	Marianne de Rijke
Adres	Molenhuispad 1
Postcode/plaats	2332 JT Delft
Telefoon	015-2142040
e-Mailadres	m.derijke@chrlyceumdelft.nl

Norit en het Zaanlands Lyceum (Zaandam)



NORIT N.V.

Het bedrijf te Zaandam is een productiebedrijf, waar actieve kool wordt geproduceerd. Daarnaast krijgt actieve kool een chemische nabehandeling en wordt gebruikte actieve kool gereactiveerd. Op de locatie in Zaandam zijn 91 personeelsleden werkzaam.

HET ZAAANLANDS LYCEUM

Het lyceum maakt samen met twee vmbo-locaties deel uit van de scholengemeenschap 'Het Zaanlands', een openbare scholengemeenschap. De school omvat een havo, een atheneum en een gymnasium afdeling. Dit schooljaar (2002-2003) zijn er 770 leerlingen en 80 personeelsleden. De scheikunde sectie bestaat uit 2 docenten en een TOA voor 0,5 fte. Bij dit project was 1 scheikundedocent betrokken. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3	vwo 4*	vwo 5	vwo 6
NT-profiel (aantal leerlingen)	36	3	5	110	30	10	20
NG-profiel (aantal leerlingen)		20	12			20	20

* In vwo 4 is er nog geen opsplitsing tussen de profielen NG en NT.

Bij het project zijn alle 3e klassen en 6 vwo met een NT profiel betrokken.

ACTIEVE KOOL: BEREIDING EN TOEPASSINGEN

Binnen dit samenwerkingsverband is er aan de ontwikkeling van een cd-rom gewerkt. Bovendien zijn er experimenten ontwikkeld, waarbij actieve kool een belangrijke rol speelt. Tevens maken bedrijfsbezoeken deel uit van dit samenwerkingsverband. CD-Rom

Het geschreven materiaal voor de cd-rom is afgerond, maar de uiteindelijke versie is nog niet gereed. Het materiaal bevat uitgebreide documentatie over verschillende scheidingstechnieken, waarbij vaak een voorbeeld wordt aangehaald waarbij actieve kool een rol speelt (kan spelen) binnen die techniek. Daarnaast bevat de cd-rom erg veel achtergrondinformatie over actieve kool, de winning en de werking van actieve kool en diverse toepassingen van actieve kool. Aansluitend staan er ook voorschriften voor het uitvoeren van verschillende experimenten beschreven.

EXPERIMENTEN In de klas heeft de betrokken scheikundedocent enkele experimenten die door de chemicus van Norit zijn beschreven uitgevoerd. Leerlingen in de derde klas onderzochten de ontkleuring van een gekleurde oplossing met behulp van actieve kool, waarbij actieve kool, met verschillende korrelgrootte, werd gebruikt. De werking werd vergeleken met de ontkleuring van de oplossing met behulp van gewone houtskool. In de zesde klas zijn uitgebreidere experimenten uitgevoerd in het kader van een eigen onderzoek. De leerlingen doen de experimenten waarbij dechlorering in zwembadwater, de ontkleuring van rietsuiker en het decaffineren van koffiebonen met behulp van actieve kool centraal staan. De dechlorering vindt op school plaats en de overige experimenten werden op het bedrijf uitgevoerd. Een deel van deze proeven is in het schooljaar 2002-2003 gedeeltelijk tijdens een schoolvakantie uitgevoerd.

BEDRIJFSBEZOEK Zowel de derde klassen als de zesde klas zijn bij het bedrijf op bezoek geweest. Voor de leerlingen uit de derde klas was het doel van het bedrijfsbezoek voornamelijk het zien van toepassingen van de theorie van scheidingsmethoden die zij op school leren. Ook weten zij na het bezoek van het bestaan van de fabriek af. De leerlingen blijken het bedrijf namelijk nauwelijks te kennen, terwijl het bedrijf op een steenworp afstand van de school is gelegen. De zesde klas is in het kader van industriële chemie op bezoek geweest en heeft enkele experimenten op het bedrijf uitgevoerd.

PROCESEVALUATIE

START VAN DE SAMENWERKING Naar aanleiding van het adoptieproject van de VNCI, ten behoeve van de aanschaf van setjes microschaalexperimenten, heeft de directeur van Norit contact gezocht met Het Zaanlands Lyceum. Sinds die tijd vinden er op onregelmatige basis (vraag en aanbod) bedrijfsbezoeken plaats. Nadat wij met het bedrijf contact hadden gelegd werd duidelijk dat beide partijen wel heil zagen in het intensiveren van de samenwerking. En de samenwerking is snel na dit eerste contact van start gegaan. Tijdens het eerste gesprek werd een aantal afspraken en plannen gemaakt. Zo leek het alle betrokkenen een goed idee om zich bij de invulling van het project vooral te richten op de derde klassen. Deze leerlingen hebben namelijk nog geen keuze gemaakt voor hun profiel en door deelname aan het project zouden deze leerlingen misschien wel geneigd zijn eerder een N-profiel te kiezen. Verschillende mogelijkheden voor een invulling aan het project werden besproken, waarbij er naast de reeds bestaande bedrijfsbezoeken ook een experimenteel gedeelte moest worden ontwikkeld. Daarbij werden verschillende ideeën voor experimenten geopperd. Concrete afspraken zijn er tijdens het eerste gesprek niet gemaakt. De betrokkenen spraken wel af weer bij elkaar te komen om dan tot concrete werkafspraken te komen en uit te werken plannen op te stellen.

ONDERLINGE SAMENWERKING EN DE BETROKKENHEID De samenwerking leek aanvankelijk voorspoedig te gaan verlopen. De betrokkenen waren het eens over de

doelgroep en het te ontwikkelen materiaal (achtergrondinformatie en experimenten). Zij hadden onderling veel contact, zowel via e-mail als telefoon. Regelmatig maakten zij afspraken om een en ander weer eens met elkaar te bespreken en om samen verder aan het materiaal te werken. De bedrijfsmedewerker is druk aan de slag gegaan met het ontwikkelen van de experimenten en het schrijven van achtergrond materiaal. Dit zou dan op de cd-rom worden gezet. Het projectteam en de docent werden regelmatig op de hoogte gehouden van de voortgang. Tijdens gesprekken en in de mail verzocht de bedrijfsmedewerker meermalen om commentaar op het door hem geschreven materiaal. Hij verwachtte dat de docent didactische wijzigingen aan zou brengen opdat het in de klas bruikbaar zou zijn. De docent gaf tijdens de gesprekken aan dat stukken voor een derde klas te moeilijk en te uitgebreid waren. De docent heeft het commentaar en de op- en aanmerkingen op het geschreven materiaal nooit schriftelijk aan de bedrijfsmedewerker doorgegeven. De docent heeft enkele experimenten aangepast en in zijn klas gebruikt. De bedrijfsmedewerker was van mening dat het experiment nu niet meer was verworden dan een goocheltruc. De communicatie tussen de betrokken deelnemers binnen deze samenwerking verliep niet goed. De docent en de bedrijfsmedewerker gingen beiden hun eigen weg. De bedrijfsmedewerker is onverstoord verder gaan schrijven aan het materiaal. De docent paste het materiaal aan zodat het in zijn klas bruikbaar is. De aanpassingen zijn niet verwerkt in het geschreven materiaal van de bedrijfsmedewerker.

PRODUCTEVALUATIE

ONTWIKKELING VAN EXPERIMENTEN Er zijn verschillende experimenten ontwikkeld. Voor de derde klassen werden experimenten ontwikkeld om de ontkleuring van geaffineerde suiker (in winkels verkocht als ruwe rietsuiker) te onderzoeken. De ontkleuring, met behulp van actieve kool als poeder en als grove korrel, werd vergeleken met de ontkleuring die bereikt wordt met gewone houtskool. Verschillende manieren om te ontkleuren werden daarbij ontwikkeld; zoals een batchopstelling (opstelling roeren met kool) en een kolom. Helaas bleek dat de microschaalkolom te klein is en dat de filtertip teveel weerstand biedt om een goede doorstroming te krijgen. Het experiment kon met een grotere kolom worden uitgevoerd. De batchproeven bleken wel op microschaal te kunnen worden uitgevoerd. Zoals eerder vermeld voeren de leerlingen uit de derde klas de proeven niet uit zoals beschreven door de bedrijfschemicus. Die experimenten zijn erg kwantitatief van aard en volgens de docent voor leerlingen in de derde klas nog niet geschikt. Vandaar dat de docent die proeven enigszins heeft aangepast. De leerlingen hoeven de houtskool en actieve kool niet nauwkeurig af te wegen, maar gebruiken een lepeltje als maat. Omdat het experiment binnen een korte tijd uitgevoerd moet worden, neemt het nauwkeurig werken met maatcilinders en weegschalen teveel tijd in beslag. Bovendien is het kwantitatief kunnen werken geen doelstelling in de basisvorming. De leerlingen voeren immers een kwalitatief onderzoek uit naar de werking van actieve kool, waarbij ze verschillende soorten actieve kool (poeder en

korrel) met elkaar en met houtskool vergelijken. De experimenten voor de zesde klassen waren wel zonder aanpassingen voor gebruik geschikt. Ook deze experimenten zijn niet op microschaal uitgevoerd. Dit bleek niet haalbaar. De experimenten zijn zowel op de school als op het bedrijf uitgevoerd door de leerlingen.

DE INVULLING Dit project heeft geleid tot materiaal dat voor twee verschillende klassen bruikbaar is. Enerzijds wordt getracht de leerlingen van de derde klassen te enthousiasmeren voor de chemie en anderzijds biedt het de leerlingen uit de zesde klas verdiepingmateriaal bij de lesstof over industriële chemie. Voor de leerlingen uit de derde klassen neemt het project 4 studielasturen in beslag. De zesde klassen hebben 12 studielasturen te besteden, inclusief een eigen onderzoek.

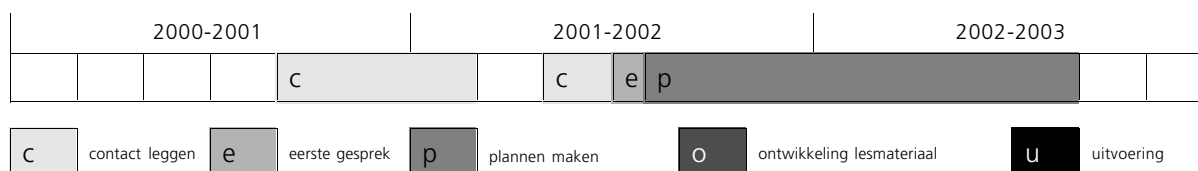
De tekst voor de cd-rom bevat een uitgebreide documentatie over het product actieve kool en de toepassing bij diverse scheidingstechnieken. De cd-rom is geschikt voor de leerlingen uit 6 vwo en als achtergrondinformatie voor docenten. Vanwege de grote hoeveelheden tekst en de lastige onderwerpen lijkt de tekst op dit moment minder geschikt voor de oorspronkelijke doelgroep, de derde klassen. Wel zijn sommige stukken tekst bruikbaar als inleidend of begeleidend materiaal voor deze groep.

Het materiaal is op dit moment nog niet geheel afgerond. De docent heeft aangegeven dit schooljaar (2002-2003) het materiaal volledig te willen afronden opdat het de komende jaren weer opnieuw kan worden toegepast. De cd-rom zal verder worden ontwikkeld door iemand anders dan de oorspronkelijke bedrijfsmedewerker. Het ontwikkelde materiaal is ook bruikbaar voor andere scholen. Het bedrijf heeft daarmee materiaal in handen om meer achtergrondinformatie te verstrekken aan derden. Totnogtoe ontbrak het het bedrijf aan materiaal dat kon worden verspreid aan bijvoorbeeld leerlingen die meer informatie wilden over het bedrijf en het product. Ondanks de minder goed verlopen samenwerking zijn de betrokken deelnemers in principe wel tevreden met het resultaat. De samenwerking tussen de school en het bedrijf zal worden voortgezet, daarbij is een andere bedrijfsmedewerker betrokken.

CONTACT

	De school	Het bedrijf
Instelling	Het Zaanlands Lyceum	Norit Nederland B.V.
Contactpersoon	Drs.J.H. van Drooge	Meindert Bloodshoofd
Adres	Lagedijk 300	Postbus 1124
Postcode/plaats	1544 BN Zaandijk	1500 AC Zaandam
Telefoon	075-6288639	075-6813300
e-Mailadres	jhvandrooge@chello.nl	bloodshoofd.meindert.nl@norit.com

Crompton Europe B.V. en het Vossius Gymnasium (Amsterdam)



CROMPTON EUROPE B.V.

De vestiging in Amsterdam maakt deel uit van Crompton Corporation, een Amerikaans bedrijf. Crompton Europe B.V., divisie Uniroyal, heeft 130 personeelsleden. Het bedrijf is een productiebedrijf van gewasbeschermingsmiddelen. Tevens worden er producten van andere Crompton sites geformuleerd en verpakt en worden er faciliteiten verhuurd aan derden. Binnen de vestiging in Amsterdam is geen officiële research afdeling. De bedrijfschemicus die aan het project deelneemt heeft wel een eigen onderzoekslab en heeft daarmee een unieke functie binnen het bedrijf. De bedrijfschemicus doet onder meer onderzoek naar verbetering van productieprocessen.

VOSSIUS GYMNASIUM

Het gymnasium maakt deel uit van de OSZG, de onderwijsstichting zelfstandige gymnasia. Op de school zitten 800 leerlingen en zijn 80 personeelsleden werkzaam. De scheikundesectie bestaat uit 3 docenten en 2 TOA's. Aan het project nemen 2 docenten en de beide TOA's deel. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	vwo 3*	vwo 4*	vwo 5**	vwo 6*
NT-profiel (aantal leerlingen)	134	63	43	60
NG-profiel (aantal leerlingen)			56	

* Geen opsplitsing in profielen opgegeven.

** Alleen de 5e klassen nemen deel aan het project.

GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN

De invulling voor de samenwerking is op dit moment nog volop in ontwikkeling. Binnen dit samenwerkingsverband willen de docenten graag een brede invulling geven aan het project. Dat wil zeggen dat zowel scheikunde als ANW aandacht besteedt aan de chemische industrie in het algemeen en gewasbeschermingsmiddelen in het bijzonder. De samenwerking zal voor het vak scheikunde een praktische invulling krijgen. Voor zowel het vak ANW als voor het vak scheikunde zal er een gastles worden verzorgd.

LESSENSERIE De planning is om een lessenserie te ontwikkelen waarin de leerlingen kennismaken met verschillende aspecten van de chemische industrie. De productie en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden daarbij als case study aangeboden. De te ontwikkelen lessenserie zal in één bepaalde periode worden behandeld, waarbij voor elk van de vakken scheikunde en ANW een eigen invulling wordt gezocht. De planning is nu om dit parallel te laten lopen. Binnen die lessenserie zal er aandacht worden besteed aan productieprocessen, het milieu en de invloed van de gewasbeschermingsmiddelen op het milieu.

GASTLES De planning is om de bedrijfsmedewerker een gastles te laten verzorgen. De gastles zal aansluiten bij de lessenserie die op de school wordt ontwikkeld. De ideeën zijn nu om de leerlingen te informeren, middels een mondelinge presentatie, gecombineerd met videomateriaal van de Crompton site. Ook is er gesproken over een demonstratie, waarin bijvoorbeeld zaadjes worden gezaaid, waarvan de ene bodem wel is bewerkt met een gewasbeschermingsmiddel en de andere bodem niet. De zaadjes in de onbehandelde grond ontkiemen en de zaadjes bij de behandelde grond niet. De betrokkenen willen bovendien een discussie uitlokken met de leerlingen. Een discussie over de chemische industrie in het algemeen, en over de invloed en effecten van het gebruik en de productie van gewasbeschermingsmiddelen in het bijzonder.

EXPERIMENT De gewasbeschermingsmiddelen die door Crompton worden geproduceerd, zijn gehalogeneerde verbindingen. Vanwege de giftigheid daarvan is gezocht naar alternatieven. De synthese van o-tolueenzuur met als uitgangsstof benzylocyanide, leek minder schadelijk dan de gehalogeneerde verbindingen. Deze synthese is op microschaal uitvoerbaar. Zolang de lessenserie nog in ontwikkeling is, kunnen leerlingen de synthese in het kader van het profielwerkstuk uitvoeren. Op die manier wordt er toch gebruik gemaakt van de contacten tussen het bedrijf en de school. Of leerlingen het experiment ook zullen uitvoeren hangt af van de keuze die zij maken voor het profielwerkstuk.

PROCESEVALUATIE

DE START VAN DE SAMENWERKING Via een kennis van de projectleider heeft het projectteam contact gezocht met het bedrijf. Aanvankelijk duurde het driekwart jaar eer wij een afwijzing ontvingen. Het bedrijf had die periode geen tijd om aan een dergelijk project mee te werken. Na drie maanden werd het projectteam benaderd met het verzoek of het bedrijf alsnog mee zou kunnen aan het project. Het bedrijf wil via deelname aan het project een bijdrage leveren aan het imago verbeteren van de chemie en aan het terugdringen van het tekort aan chemici. Het bedrijf had geen voorkeur voor deelname van een bepaalde school. Het projectteam is op zoek gegaan naar een school in Amsterdam. Uiteindelijk kwam het projectteam terecht bij het Vossius Gymnasium te Amsterdam. Een maand nadat het contact met het bedrijf was gerealiseerd, kon er een gezamenlijke afspraak worden gemaakt en is de

samenwerking van start gegaan. In tegenstelling tot eerdere ervaringen bleek het in de regio Amsterdam lastig een docent te vinden die graag een samenwerking met een chemisch bedrijf aan zou willen gaan. De benaderde docenten gaven aan dat zij nu al teveel werkzaamheden hebben en dat zij niet de tijd hebben om extra lesmateriaal te ontwikkelen. De onderlinge samenwerking en de betrokkenheid Tijdens het eerste kennismakingsgesprek tussen de bedrijfsmedewerkers, de docenten en het projectteam worden de (productie)processen op de Crompton site besproken en op basis daarvan gekeken naar de mogelijkheden om invulling te geven aan het project. De docenten gaven aan dat zij naast het vak scheikunde ook het vak ANW willen betrekken bij het project. Het bedrijf stelde als doel dat er na afronding van het project minimaal twee leerlingen scheikunde zullen gaan studeren. Voorgaande jaren kon de school rekenen op één leerling die voor een studie scheikunde koos. De betrokkenen maken tijdens de eerste bijeenkomst werkafspraken. Er worden afspraken gemaakt wie wat gaat uitzoeken en wanneer dat gereed moet zijn. Aanvankelijk verloopt het onderlinge contact goed. De betrokkenen wisselen de gemaakte plannen onderling uit via de mail. Na ongeveer een half jaar is veel werk verricht aan het plannen en onderzoeken van de mogelijkheden een invulling geven aan het project heeft, is het onderlinge contact afgenomen. Het verzorgen van een gastles is gedurende de samenwerking een aantal malen verschoven en uiteindelijk komen te vervallen voor het schooljaar 2002-2003. De betrokkenen hebben het allen te druk met de eigen werkzaamheden, waardoor dit project sneller op de achtergrond is komen te liggen. Een invulling geven aan het project wordt naast de gewone werkzaamheden gedaan, en niet in de plaats van een aantal werkzaamheden. Nadat het projectteam opnieuw contact heeft opgenomen met de betrokkenen, is de samenwerking weer gaan lopen. Tijdens de hereniging heeft de docent aangegeven eerst de lessenserie te willen afronden, voordat besproken gaat worden wanneer de lessenserie op zijn school kan plaatsvinden. De docent gaf aan dat hij, zodra hij dat had afgerond contact zou opnemen met de bedrijfschemicus. De betrokken bedrijfsmedewerker gaf aan juist meer te zien in het samen ontwikkelen van de lessenserie en niet pas betrokken te worden wanneer alles al was afgerond. Hij stelde voor om meer samen naar de lessenserie toe te werken. Op advies van het projectteam is uiteindelijk afgesproken dat de docent de bedrijfschemicus en het projectteam op de hoogte brengt van de plannen en ontwikkelingen. Op die manier kan de bedrijfschemicus reageren op de plannen van de docent en de gastles voorbereiden zodat deze aansluit bij de lessenserie. De docent en de bedrijfschemicus spreken ook af wanneer er iets moet zijn afgerond, of wanneer de volgende plannen moeten worden gecommuniceerd naar elkaar. Het projectteam heeft geadviseerd om duidelijk te zijn naar elkaar toe over de haalbaarheid van de werkafspraken. Indien een van de deelnemers denkt een werkafpraak niet te kunnen nakomen, is het belangrijk dat goed met elkaar te communiceren. Op die manier wordt voorkomen dat het weer een lange tijd gaat duren voordat men weer met elkaar contact zoekt, omdat de verwachtingen te hoog gespannen waren.

ONTWIKKELING VAN EEN GASTLES De groep vijfde klassers is behoorlijk groot: 99. Het bleek voor het bedrijf niet mogelijk om een dergelijk grote groep tijdens een bedrijfsbezoek rond te leiden. De leerlingen zijn daarom uitgenodigd om tijdens de Open Dag Chemie in november 2002 bij het bedrijf langs te gaan, maar van deze vrijblijvende uitnodiging hebben de leerlingen geen gebruik gemaakt. Een bedrijfsbezoek blijft wel mogelijk voor leerlingen die gekozen hebben voor het profielwerkstuk over gewasbeschermingsmiddelen. Als alternatief hebben de betrokkenen de rollen omgedraaid: een medewerker van het bedrijf zal op de school een gastles gaan verzorgen, aansluitend op de te ontwikkelen lessenserie. Het projectteam heeft geadviseerd om de gastles eerst alleen voor de docenten te geven, zodat aanpassingen kunnen worden verricht.

ONTWIKKELING VAN EXPERIMENTEN Een proces dat geschikt leek om uit te voeren door leerlingen in de klas, had als nadeel dat de uitgangsstoffen gehalogeneerd zijn. Tevens werd er gebruik gemaakt van schadelijke oplosmiddelen. Voor het uitvoeren van experimenten in de klas is het van belang dat het reactieproces veel minder schadelijk is. Er is gezocht naar alternatieven. In de literatuur is een geschiktere synthese gevonden. De synthese van o-tolueenzuur leek minder schadelijk dan de gehalogeneerde verbindingen. Deze synthese is op microschaal uitvoerbaar, maar moet wel in een zuurkast worden uitgevoerd. Op de school zijn echter te weinig zuurkasten aanwezig om alle leerlingen uit een klas de synthese te laten uitvoeren. Zodoende is er uiteindelijk gekozen voor een tussenoplossing: de synthese in het kader van een profielwerkstuk te plaatsen. Als een leerling voor het profielwerkstuk over gewasbeschermingsmiddelen kiest, biedt dat de school en het bedrijf tevens meer informatie over de mogelijke invulling van een klassikaal programma. Een ander argument om het in een profielwerkstuk onder te brengen, is om toch nu al gebruik te maken van de contacten binnen dit samenwerkingsverband, aangezien de ontwikkeling van de lessenserie nog in volle gang is. Onderzocht wordt of alle leerlingen de synthese in een laboratorium van de Universiteit van Amsterdam kunnen uitvoeren.

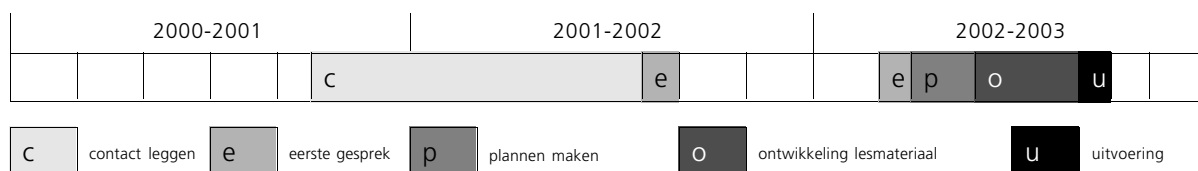
PRODUCTEVALUATIE

Over het resultaat van deze samenwerking is op dit moment nog weinig te melden. Het bedrijf heeft bij de aanvang de samenwerking aangegeven ook met andere scholen te willen gaan werken. Het projectteam heeft geadviseerd eerst met één school een samenwerking op te zetten om daarna, zodra die samenwerking lesmateriaal heeft opgeleverd, eventueel door te zoeken naar andere scholen in de regio. Of de betrokkenen na afloop van de ontwikkelingen van het lesmateriaal nog steeds voornemens zijn andere scholen te benaderen is bij het projectteam niet bekend. Voorlopig zullen de betrokkenen bezig blijven met het uitwerken en ontwikkelen van de lessenserie. Het plan is om het volgend schooljaar (2003-2004) afgerond te hebben.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	Crompton Europe BV	Vossius Gymnasium
Contactpersoon	Siemen Oord	Christiaan van Dijk
Adres	Ankerweg 18	F.C.Donderstraat 8
Postcode/plaats	1041 AT Amsterdam	1097 K Amsterdam
Telefoon	020-5871606 centraal: 020-5871871	030-6930758
e-Mailadres	Siemen.oord@cromptoncorp.com	christiaan_van_dijk@hotmail.com

Verdugt (Tiel) en ORS Lek en Linge (Culemborg)



VERDUGT

Het bedrijf maakt organische zouten, die een zeer brede toepassing hebben in de levensmiddelen-, farmaceutische en diervoederindustrie. De zouten worden gemaakt door organische zuren als azijnzuur en propaanzuur, te vermengen met basische oplossingen als natronloog. Sinds 1999 maakt Verdugt deel uit van US Salt. Op de productielocatie in Tiel werken circa 120 medewerkers, waarvan ongeveer 70% in de regio woont. Mede hierdoor is het bedrijf erg betrokken op de regio. Het onderhoudt contacten met scholen en steunt diverse culturele activiteiten.

ORS LEK EN LINGE

De school is een openbare schoolgemeenschap voor ivbo (lwoo), vmbo, havo en vwo. Bij het vwo is het mogelijk latijn te volgen, of de opleiding tweetalig te doen. De locatie (Multatulilaan) waarmee samengewerkt wordt bevat de theoretische leerwegen en huisvest zo'n 1000 van de bijna 1400 leerlingen van de gehele school.

Op de school werken 110 docenten en ondersteunend personeel. Drie daarvan zijn scheikundedocenten en voor scheikunde, waarvan er één direct betrokken is geweest bij het project. Ook was de TOA voor scheikunde erbij betrokken. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	havo 4	havo 5	vwo 3	vwo 4	vwo 5	vwo 6
totaal aantal leerlingen	57	72	70	58	60*	61	41
NT-profiel (aantal leerlingen)	-	12	11	-	-	16	6
NG-profiel (aantal leerlingen)	-	12	11	-	-	17	5

* In 4 vwo zijn er wel leerlingen in de natuurprofielen, maar deze volgen nog geen scheikunde. Met scheikunde 1 en 2 wordt pas in vwo 5 gestart.

ORGANISCHE ZOUTEN

Leerlingen uit 4 havo maken in het kader van hun praktisch opdracht organische zouten maken. Ze mogen zelf kiezen welk zout ze maken, hiervoor zijn azijnzuur, propionzuur en verschillende hydroxiden aanwezig. De leerlingen zuiveren het zout door middel van kristallisatie, waarna de zuiverheid wordt vastgesteld met behulp van een smeltpuntsbepaling. Met het bedrijf wordt op dit moment nog overlegd of bij Verdugt enkele chemische analyses kunnen worden uitgevoerd.

PROCESEVALUATIE

De vorming van dit samenwerkingsverband heeft wat voeten in de aarde gehad. Doordat de school om de hoek bij het bedrijf aangaf geen tijd te kunnen investeren in de samenwerking, werd naar een andere school gezocht. De dichtstbijzijnde geschikte school was het ORS Lek en Linge te Culemborg op ongeveer 20 km afstand. Deze school was enthousiast, maar door verkeerde planning en misverstanden duurde het nog geruime tijd voor de eerste afspraken gemaakt konden worden over de inhoud van de samenwerking. Bij de eerste afspraken kon nog niet ingegaan worden op de chemische processen in het bedrijf. Vlak daarna was overleg met een bedrijfschemicus, waarna de eerste plannen voor een praktische opdracht voor 4 havo leerlingen ontstonden. Na de meivakantie gaat de eerste groep leerlingen het lesmateriaal uittesten.

SCHOOL OM DE HOEK In eerste instantie werd getracht een samenwerking op te starten tussen Verdugt en een school in Tiel. Deze school, GSG Lingecollege, ligt op loopafstand van het bedrijf. In september 2001 waren zowel het bedrijf als de school enthousiast over het project. Helaas lukte het toen toch niet om een samenwerking tot stand te brengen. De school zat midden in een verbouwing, waardoor de werkdruk hoog was. Daarbij waren de practicumlokalen niet beschikbaar. Aangezien het bedrijf graag wilde samenwerken met een actieve en betrokken school, werd verder gezocht naar een andere school die wel tijd kon en wilde investeren. Zowel het bedrijf als de school in Tiel gaven aan dat het wenselijk was dat deze school op termijn bij deze samenwerking zou aansluiten.

De dichtstbijzijnde school die in aanmerking kwam voor samenwerking, was ORS Lek en Linge in Culemborg. Bij benadering in januari 2003 waren de docenten en TOA meteen enthousiast. Zij hadden al eerder over dit project gehoord, maar kenden zelf geen bedrijf in de eigen regio. De afstand naar Tiel hoeft geen probleem te zijn.

Bij het bedrijf was inmiddels een nieuwe contactpersoon aangewezen: de Human Resource manager. Na de toezegging van de school werd door het bedrijf getwijfeld of Culemborg lokaal genoeg was. Motivatie van het bedrijf voor deelname is het tot stand brengen van een goede verstandhouding met de inwoners uit de regio. Uiteindelijk werd begin april de samenwerking toegezegd, mits de school in Tiel bij het project betrokken zal worden in de toekomst.

EERSTE AFSpraak Zowel de eindexamens als de meivakantie en feestdagen, maakten het voor de docenten onmogelijk om eerder af te spreken dan juni. Helaas bleek de contactpersoon bij het bedrijf dan op vakantie. Wanneer deze terug zou zijn, brak voor de docenten de rapportvergaderingen en de zomervakantie aan. De eerste afspraak moest dus over de zomervakantie heen getild worden. Wel ontmoeten de contactpersoon van het bedrijf en de docenten elkaar op de studiedag van het project. Aan het eind van de zomervakantie werd het bedrijf begrijpelijk wat ongedurig. Op dat moment ondergaat het bedrijf ook een reorganisatie, waardoor

zij niet veel toezeggingen kunnen doen. Geprobeerd werd om zo snel mogelijk een afspraak te maken. Helaas konden de docenten pas op zijn vroegst in november.

De eerste afspraak vindt uiteindelijk plaats in november 2002, zo'n driekwart jaar na de toezegging van de school in Culemborg. Over deze afspraak zijn ook enige misverstanden. De bedrijfsmedewerkster vraagt zich af of het nodig is dat de docenten bij deze afspraak aanwezig zijn. Verduidelijkt wordt dat het de docenten zijn die zelf de beslissingen nemen over het invullen van de samenwerking. Ook is bij de afspraak geen chemicus van het bedrijf aanwezig, waardoor de docenten niet kunnen verkennen hoe ze een goede aansluiting kunnen maken tussen het bedrijf en de lesstof.

EERSTE PLANNEN Het plan is om een praktische opdracht te ontwerpen voor leerlingen van de havo. De synthese van organische zouten staat daarbij centraal, maar er is ook de wens om andere bedrijfsaspecten zoals afvalstromen erbij te betrekken. Ook hopen de docenten dat in plaats van een rondleiding op het bedrijf, daar een experiment kan worden uitgevoerd of dat leerlingen ter plaatse een presentatie geven. Vrij snel na de eerste afspraak hebben de docenten contact met een chemicus van het bedrijf, zodat ook de chemische invulling duidelijk wordt.

Nadat het een aantal maanden stil was geweest rondom deze samenwerking, in de loop van mei 2003 enkele leerlingen uit de 4 havo aan de slag gegaan met het lesmateriaal. Deze zeven leerlingen zijn de testgroep voor het materiaal, waarvan de docenten zelf nog geen tijd hebben gehad om een en ander uit te proberen en na te werken.

TERUGBLIK Het had niet zo lang hoeven duren voor een eerste afspraak plaatsvond. Vanuit de school werd wellicht te veel geprobeerd om bij de eerste afspraak beide docenten en de TOA aanwezig te laten zijn. Dat het maken van de afspraken via de medewerker van het projectteam liep, heeft waarschijnlijk ook voor enige vertraging gezorgd. De vaste werkdag van dit lid kwam overeen met de vaste vrije dag van de bedrijfsmedewerker. Ook had vanuit het projectteam duidelijker moeten worden gemaakt wat op die eerste bijeenkomst besproken zou worden en dat het nodig was dat naast de scheikundedocenten ook een medewerker aanwezig was die op de hoogte is van de chemische processen binnen het bedrijf. Uiteindelijk heeft het komen tot een afspraak zo lang geduurd, dat wellicht ook gewacht had kunnen worden tot een en ander wat rustiger was op de school in Tiel. Tot nu toe is (vanuit het projectteam) geen contact met de school opgenomen om mogelijk aansluiting bij de huidige activiteiten te bespreken.

PRODUCTEVALUATIE

VEILIGHEID De bedrijfschemicus heeft aan de docenten aangeduid op welke wijze de organische zouten geproduceerd worden bij Verdugt. Op basis daarvan hebben de docenten een praktische opdracht gemaakt, die geschikt is voor de 4 havo. Voor uitvoering in de klas zijn wel enkele aanpassingen aan het voorschrift gemaakt. Bij

Verdugt worden de organische zouten gemaakt met geconcentreerde oplossingen. Voor de veiligheid heeft de school ervoor gekozen om in plaats daarvan oplossingen van 4 molair te gebruiken.

UITVOERING DOOR LEERLINGEN De leerlingen konden zelf kiezen welk organisch zout ze zouden maken. Hiervoor waren azijnzuur, propionzuur en verschillende hydroxiden aanwezig. Voor de bereiding van het door hen gekozen zout, maakten de leerlingen zelf een werkplan. Na goedkeuring van de docente, voerden ze de synthese volgens dit plan uit.

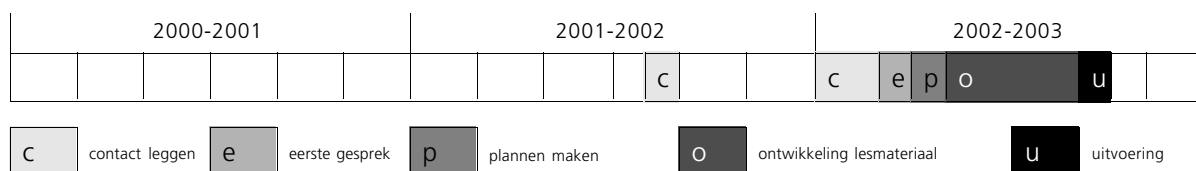
Het bleek voor de leerlingen lastig te zijn om de zouten te maken en te kristalliseren. De leerlingen missen wat praktische vaardigheden om dit zelfstandig goed te kunnen doen. De docente en TOA hebben daarom veel geassisteerd.

BETROKKENHEID VERDUGT De leerlingen moeten informatie over het zout dat ze gemaakt hebben opzoeken op de internetsite van Verdugt. Aan de bedrijfschemicus is gevraagd of het mogelijk is om de producten te op zuiverheid te testen bij Verdugt. Het is nog niet bekend of dit zal gebeuren. Een bedrijfsbezoek zal dit jaar niet meer georganiseerd kunnen worden.

VERVOLG Binnenkort zal de school evalueren hoe de praktische opdracht verlopen is. Ook zal besproken worden of en zo ja hoe het komend schooljaar hiermee verder wordt gegaan.

TOEPASBAARHEID ANDERE SCHOLEN De praktische opdracht kan goed gebruikt worden op andere scholen. Daarbij kan verwezen worden naar de informatie die Verdugt op internet heeft staan over deze organische zouten.

Purac Biochem en Merewade College (Gorinchem)



PURAC BIOCHEM

Purac is een dochteronderneming van CSM. Het is werelds grootste producent van natuurlijk L(+)-melkzuur en diverse derivaten daarvan. Het bedrijf is vertegenwoordigd in meer dan 100 landen. In Gorinchem vindt naast de productie ook onderzoek plaats. Op de locatie werken ca. 400 mensen. Uitgaande van lactose produceert Purac ook een kunstmatige zoetstof (lactitol). Ook produceren ze biomaterialen, waaronder biologisch afbreekbare plastics. De producten van Purac worden o.a. toegepast in voedsel, cosmetica en medische en farmaceutische implantaten. Vooral de laatste toepassing kan tot de verbeelding spreken van leerlingen. Zo maakt Purac hecht draad dat niet langer door een arts verwijderd hoeft te worden: het zal uit zichzelf verdwijnen.

MEREWADE COLLEGE

Deze openbare scholengemeenschap heeft 3 locaties waarover de afdelingen praktijkonderwijs, lwoo/pro, vmbo, havo en vwo zijn verspreid. Samengewerkt werd met de locatie Wijdschildlaan waar de theoretisch leerweg van het vmbo, havo en vwo zich bevinden. Daarnaast biedt de school ook vwo+, waarbij drama en ICT als extra vakken aan het normale curriculum zijn toegevoegd. In totaal heeft de school 1550 leerlingen, waarvan 1000 op deze locatie. Het aantal medewerkers is ruim 70. Op de school werken twee scheikundedocenten, waarvan één betrokken is bij het project. Ook de TOA voor scheikunde is intensief bij het project betrokken. Het aantal leerlingen op het havo en vwo dat scheikunde volgen zijn:

	havo 3	vwo 3	havo 4	havo 5	vwo 4	vwo 5	vwo 6
totaal aantalleerlingen	65	91	65	70	32	48	33
NG-profiel (aantal leerlingen)	-	-	9	4	12	10	7
NT-profiel (aantal leerlingen)	-	-	5	6	4	3	4

Het lesmateriaal werd in het voorjaar van 2003 uitgeprobeerd in 6 vwo, maar is bedoeld voor 5 vwo. In deze klas zal het materiaal in vervolg gebruikt gaan worden.

MELKZUURESTER

De leerlingen veresteren op microschaal ruw melkzuur, dat afkomstig is uit de fabriek van Purac. De verestering vindt plaats met ethanol. Doordat de verestering een evenwichtsreactie is, verloopt deze niet volledig. Ongeveer de helft van het melkzuur wordt omgezet. Na verwijdering van de katalysator wordt de ester gezuiverd via destillatie. De synthese is nu als test uitgevoerd door 6 vwo. De producten zijn tijdens een bedrijfsbezoek geanalyseerd op een laboratorium van Purac. In het vervolg moet het experiment uitgevoerd gaan worden in 5 vwo. Het bedrijfsbezoek lijkt voor deze groep een probleem op te leveren. Op de productielocatie (fabriek) van Purac kunnen geen bezoekers onder de 18 jaar worden toegelaten. Op dit moment wordt gezocht naar een oplossing, waarbij de leerlingen uit 5 vwo ook de kans krijgen om naast het laboratorium ook dit deel van het bedrijf te bezoeken.

PROCESEVALUATIE

De school heeft goed gebruik gemaakt van bestaande contacten: twee oud-stagiairs zijn bij het project betrokken. Eén werkt op het bedrijf, terwijl de ander deel uitmaakt van het projectteam. Bij de eerste gesprekken in november 2002 en januari 2003 kwamen al snel plannen en een duidelijke taakverdeling naar voren. Na het uittesten van de eerste versie van het lesmateriaal in 6 vwo, liep de bedrijfsmedewerker tegen een onverwacht probleem aan. Het bedrijf kan geen bezoekers onder 18 jaar rondleiden over de productielocatie.

OUD-STAGIAIRES Het Merewade College is een voormalig stageadres van een van de medewerkers van het projectteam. Bij een studiedag voor docenten, nam de TOA van deze school deel aan de workshop over het project. Zij gaf aan dat zij wel interesse had in het meedoen binnen het project. De school had zelf al een bedrijf op het oog: Purac. Dit chemische bedrijf is in dezelfde plaats als de school gevestigd. En waarschijnlijk hadden zij zelf daar wel een ingang. Een oud-stagiair van de school is later bij Purac gaan werken. Aangezien formeel de activiteiten van het projectteam waren gestaakt om scholen te werven, werd afgesproken dat de school zelf contact zou opnemen met het bedrijf. Bij wederzijdse interesse, zou het projectteam weer betrokken worden. Na wat moeite om de oud-stagiair terug te vinden, is het contact uiteindelijk met hem gelegd. Ook hij was zeer enthousiast voor de samenwerking. Aangezien hij ook senior scientist is op het researchlab is hij ook een zeer geschikte contactpersoon.

PLANNEN Tijdens de eerste bespreking wordt afgesproken om de leerlingen op school met het microschaalset een productie na te werken, waarna het product getest gaat worden op het lab bij Purac. Voor nu wordt geprobeerd het programma zo beperkt mogelijk te houden. Uitbreiding is altijd mogelijk in de toekomst. Het is ook zeer goed mogelijk dat in de loop van het project ook een gastles door de bedrijfschemicus, Jan van Krieken, gegeven zal worden.

TAAKVERDELING De taakverdeling is duidelijk afgesproken. De bedrijfschemicus is met het microschaalset aan de slag gegaan om een van de productiesyntheses te miniaturiseren. De school zorgde voor het verdere geschikt maken van het voorschrift voor de leerlingen en het aanleveren van informatie over wat leerlingen wel en niet (zouden) kunnen.

UITTESTEN De eerste versie van het lesmateriaal is uitgetest door leerlingen van 6 vwo. Bij het testen van het materiaal was ook de bedrijfsmedewerker aanwezig. De experimenten duurde langer dan de medewerker had verwacht. Gelukkig kon op school geregeld worden dat de leerlingen meerdere lessen bezig konden zijn. Tijdens het experimenteren werd ook tegen enkele praktische problemen aangelopen, die onderweg werden opgelost.

ONVERWACHT PROBLEEM Vervolgens is de medewerker aan de slag gegaan om een bedrijfsbezoek te regelen. Hierbij kwam een probleem om de hoek kijken. Het bedrijf heeft het beleid dat mensen onder de achttien niet de productielocatie (fabriek) kunnen bezoeken, onder meer in verband met de veiligheid. Voor 6 vwo was dit nog geen probleem: de meeste leerlingen zijn 18. Maar voor de uiteindelijke doelgroep van de lessen, 5 vwo, is het probleem wel reëel. Op dit moment wordt geprobeerd deze leeftijdsgrens te verleggen, specifiek voor de bezoeken in het kader van dit project. Het zou jammer zijn als de leerlingen niet de productie op grote schaal kunnen aanschouwen. Het laboratorium kan wel bezocht worden, dus leerlingen uit 5 vwo kunnen wel de analyse van hun producten zelf volgen.

PRODUCTEVALUATIE

Bij dit samenwerkingsverband wordt een praktische opdracht ontwikkeld voor 5 vwo. De eerste versie van dit practicum is uitgetest door 6 vwo. Tijdens het practicum wordt ruw melkzuur veresterd. Deze ester wordt vervolgens gezuiverd door middel van destillatie. De synthese wordt uitgevoerd op microschaal, met behulp van het glaswerk uit de microschaal set.

PRACTICUM Voor het practicum waren twee lessen gepland. Tijdens de verestering moet zo'n 30-40 minuten verwarmd worden onder reflux. Daarna moest gefiltreerd en gedestilleerd worden. Tijdens de uitvoering bleek dat twee uur te weinig was. Na overleg met collega-docenten konden de leerlingen ook in de daarop volgende lessen doorgaan om de proef af te maken. Bij de practicumles was ook de contactpersoon van het bedrijf aanwezig. Hij kon tijdens de les ook een en ander uitleggen. Aangezien tijdens de proef de leerlingen regelmatig moeten wachten, zou deze tijd gebruikt kunnen worden voor bijvoorbeeld een klassikale presentatie (gastles).

BEDRIJFSBEZOEK Na de les zijn de syntheseopbrengsten (de verschillende destillatiefractionen) van de diverse groepen meegenomen naar het bedrijf. Daar werden de monsters geanalyseerd. Het bezoek vond plaats op een ochtend en duurde

tweeënehalf uur. Op het analyselab werd met een monster aan de leerlingen gedemonstreerd welke analytische bepalingen zijn uitgevoerd. Met behulp van GLC (gaschromatografie) werden de hoeveelheden ethyllactaat en ethanol in de monsters vastgesteld. Een Karl Fisher bepaling werd gedaan om de hoeveelheid water in de monsters te bepalen. Op het lab werd de leerlingen de werking van de diverse apparaten uitgelegd. Zo kregen de leerlingen een goede indruk van de werkzaamheden op het lab. Daarnaast kregen de leerlingen een rondleiding over het fabrieksterrein, waar ook de installatie van de verestering werd bezocht. De grootte hiervan steekt duidelijk af op de schaal die op school uitgevoerd was.

VERVOLG De experimenten zullen volgend schooljaar met 5 vwo worden uitgevoerd. Op basis van de ervaringen in 6 vwo, wordt het experiment wat aangepast. Ook zal bekeken worden of het practicum te combineren is met een klassikale presentatie. Het laboratorium zal dan zeker bezocht worden. Aangezien het bezoeken van de fabriek zeer illustratief is voor het verschil tussen labschaal en productieschaal, wordt zeker geprobeerd om het mogelijk te maken dat ook leerlingen onder de 18 jaar dit deel van het bedrijf mogen bezichtigen bij de rondleiding.

CONTACT

	Het bedrijf	De school
Instelling	Purac	Merewade College
Contactpersonen	J. van Krieken	Alice van Dam
Adres	Arkelsedijk 46	Wijdschildlaan 4
Postcode/plaats	4206 AC Gorinchem	4207 EA Gorinchem
Telefoon	0183-695857	0183 - 656876
e-Mailadres	j.van.krieken@purac.com	avandam@merewade.nl

5. EN, HEEFT HET OOK ZIN?

Ik heb een duidelijker beeld gekregen van de scheikunde in de praktijk

LEERLING

Is het mogelijk om doelgericht de studiekeuze van leerlingen te beïnvloeden? Kan de aantrekkelijkheid van bèta- en techniekvakken versterkt worden? Kiezen leerlingen voor een beroep in de chemie als hun school samenwerkt met een chemisch bedrijf?

Gelet op alle inspanningen die de laatste jaren zijn verricht zouden we deze vragen met 'ja' moeten beantwoorden. Tien jaar na de campagne 'Kies exact' heeft de Stichting Axis gedurende drie jaar tientallen projecten die 'ja' vooronderstellen gesubsidieerd, waaronder dit project 'Industrie op microschaal'. Er moet dan toch heel wat vooruitgang geboekt zijn. Als resultaat heeft Axis in ieder geval meer dan honderd 'Good practices' gepubliceerd (2002). En opnieuw worden er nieuwe doelen geformuleerd: Axis wil komen tot een 'Actieplan Bèta/Techniek' dat voor 2010 vijftien procent meer studenten wil trekken voor de technische en exacte vakken (*Mee(r) Doen: 50 stappen om te komen tot 15% meer Bèta/Technici in 2010*, 2003). Het lijkt dus nooit genoeg. En dat is het ook niet, want volgens een bericht in *Het Parool* van 26 juli 2003 ('Dramatische daling studie bètavakken') daalde dit jaar het aantal inschrijvingen voor de bètavakken met bijna tien procent, waarmee voor het tiende achtereenvolgende jaar sprake is van een teruggang.

De socioloog Jaap Dronkers (2002) schrijft echter dat een nog weinig onderzocht mechanisme de toenemende afkeer van exacte studies kan verklaren. Hij beweert dat het cultureel kapitaal van de ouders invloed heeft op de vakken waar de leerlingen relatief beter in zijn. Als dat ouderlijk cultureel kapitaal groot is, presteren de leerlingen beter in de niet-exacte vakken. Het is dan begrijpelijk dat de belangstelling voor exacte vakken in samenlevingen met een steeds hoger geschoolde bevolking afneemt.

Omdat het project 'Industrie op microschaal' zich voornamelijk richt op leerlingen in de tweede fase met een N-profiel, bereikten we vooral de groep leerlingen met een potentiële belangstelling voor een exacte vervolgopleiding: de eerste schifting is al achter de rug. Daarnaast was het project heel bescheiden in zijn doelstellingen. Met betrekking tot de leerlingen verwachtten we 'met dit project een beter beeld te geven van de beroepsmogelijkheden in de chemische industrie, hetgeen moet leiden tot een (meetbare) toename van de belangstelling bij de leerlingen in de betrokken scholen' (Joling, 2000, p. 3).

We hebben onderzoek gedaan naar de (veranderende) opvattingen van leerlingen over de chemische industrie. Alle deelnemende docenten werden verzocht de leerlingen voor en na het project een vragenlijst voor te leggen, waarin zij bevraagd

werden over hun opvattingen over scheikunde in hun schoolcontext, over scheikunde in een maatschappelijke context, en over het project waarin hun school samenwerkte met een chemisch bedrijf. Van zeven scholen ontvingen we ingevulde formulieren: 70 van de pre-test en 63 van de post-test. Helaas hadden slechts drie scholen zowel de pre- als de post-test afgenomen, en waren van in totaal dertig leerlingen beide tests beschikbaar. Het ging daarbij om vijf leerlingen uit havo-4, zeven uit vwo-4 en achttien uit vwo-5. Het lijkt dus moeilijk om hier harde gegevens uit te halen die betekenis hebben voor de hele groep leerlingen. Dat zal dus niet de pretentie zijn. Het gaat er om een beeld te schetsen van het effect van samenwerkingsrelaties op de opvattingen van leerlingen.

SCHEIKUNDE ALS SCHOOLVAK

De meeste leerlingen hebben een goede relatie met het schoolvak scheikunde. We hebben gevraagd of de leerlingen

- goed zijn of
- plezier hebben in scheikunde;
- een leuke leraar hebben;
- het vak nodig hebben voor een vervolgopleiding;
- het zouden kiezen als het niet in hun profiel zat of
- het vak zouden willen missen.

Bijna driekwart van de leerlingen herkent zich in meer dan drie van deze punten (herkent zich niet in de laatste); twee leerlingen zelfs in alle zes. Slechts een leerling (3%) herkent zich in geen van deze punten, en een andere zich in slechts een punt. Alle leerlingen willen een vervolgopleiding gaan volgen, waarbij ongeveer eenderde verwacht dat ze daarbij scheikunde nodig zullen hebben. Een even grote groep denkt van niet en de rest weet het niet. Vier leerlingen (13%) zeggen dat het project invloed heeft gehad op hun studiekeuze.

De chemische industrie is onmisbaar, maar ik ga er niet werken

LEERLING

SCHEIKUNDE BUITEN DE SCHOOL

In een onderzoek dat de docente van de pilot (Quest International en de SG Huizermaat) heeft gedaan (Kokelaar, 2001) kwam naar voren dat de leerlingen aanvankelijk weinig beroepen anders dan dat van scheikundeleraar kunnen noemen, evenals weinig namen van chemische bedrijven, en een vreemd beeld hebben van een vervuilende industrie die (veel) proefdieren gebruikt. Een baan in de chemische industrie was bovendien een eenzame klus, die weinig met mensen te maken had.

Ruim de helft van de nu bevroegde leerlingen is in staat om meer dan twee beroepen te noemen die volgens hen met scheikunde te maken hebben. Opmerkelijk vaak worden beroepen als arts, apotheker of tandarts genoemd, waar scheikunde inderdaad een zinnig schoolvak voor is. Kijken we naar de beroepen waar een chemische vervolgopleiding voor nodig is, dan noemt bijna de helft van de

leerlingen in de pre-test meer dan een beroep. In de post-test is 70% van de leerlingen daartoe in staat. De waardering voor die beroepen blijft echter gering: meestal worden ze oninteressant gevonden. Mogelijk is dat voor een deel te begrijpen uit een verzuchting van een van de leerlingen: 'We hebben de verkeerde beroepen gezien, geen universitaire.'

Overigens noemt de helft van de leerlingen het vak van scheikundeleraar, dat slechts door een enkeling als interessant wordt beschouwd.

Het aantal chemische bedrijven dat leerlingen kunnen noemen, neemt toe: aanvankelijk kan 60% een enkele naam noemen; later komt de helft tot twee en 20% tot drie namen. Daarbij leggen de achttien leerlingen die op bezoek zijn geweest bij Organon en Diosynth natuurlijk veel gewicht in de schaal: elf van hen noemen twee bedrijven, zes noemen er drie en eentje zelfs vijf. Een groot aantal leerlingen heeft een realistisch-gunstig beeld van de chemische industrie, dat zich laat omschrijven als:

- de chemische industrie speelt een belangrijke rol in de Nederlandse economie en
- maakt onmisbare producten,
- waarbij het milieu wordt vervuild,
- terwijl men wel zo schoon mogelijk probeert te produceren.
- Bovendien is het geen mannenbolwerk.

Ongeveer driekwart van de leerlingen herkent zich in tenminste vier van deze punten, en dit verandert niet noemenswaard. Wel vindt wat minder dan de helft van de leerlingen (44%) zelf dat ze positiever over de chemische industrie zijn gaan denken.

Het beeld dat leerlingen hebben van een baan in de chemische industrie wordt niet gunstiger. We gingen na in hoeverre leerlingen vinden dat het werk

- interessant en
- niet-eentonig is;
- met mensen te maken heeft en
- in teamverband gebeurt; en bovendien
- veel carrièremogelijkheden biedt.

Aanvankelijk herkent iets meer dan tweederde van de leerlingen (21) zich in minstens drie van deze eigenschappen, en later is dat iets minder (19). Dat verschil is niet groot, maar er is geen toename.

Opmerkelijk is dat de twee leerlingen die te kennen geven scheikunde te gaan studeren, zich geheel herkennen in het bovengeschetste beeld van de industrie en het aangeboden werk, maar daarbij weinig beroepen noemen: nul resp. twee (biochemicus en farmaceut). Dat zou te begrijpen zijn als niet het beroep maar het vak als zodanig de drijfveer is om scheikunde te gaan studeren. Helaas is dat nu niet na te gaan, maar hier ligt een interessante vraag.

*Plannen voor na het examen liggen best ver in de toekomst.
Ik zie het contact met het bedrijf dus als een leerzaam schooluitje*

LEERLING

DE SAMENWERKING MET EEN BEDRIJF

85% van de leerlingen zegt na afloop van het project beter op de hoogte te zijn van het werken in de chemische industrie, en iets minder dan de helft van de leerlingen (44%) geeft aan positiever te zijn gaan denken over de chemische industrie. Dat kan als een positief resultaat gewaardeerd worden. Bovendien vinden bijna negen van de tien leerlingen het leuk om een chemisch bedrijf bezocht te hebben, en volgens zes van de tien zouden alle scholen met bedrijven moeten samenwerken. Hoewel ruim de helft van de leerlingen dat allebei vindt, ervaart een vijfde van die leerlingen het project als verspilling van tijd. Het is onduidelijk hoe dat komt. Mogelijk speelt hun drukke programma een rol, maar ook de vraag of de ze het idee hebben iets zinvol te hebben geleerd. Voor tweederde van de leerlingen leverde het project immers een bevestiging van hun eerdere opvattingen.

SAMENVATTEND

Leerlingen hebben beslist geen hekel aan scheikunde en een derde verwacht het bij de vervolgopleiding nodig te hebben. Zij waarderen de samenwerking met een chemisch bedrijf. Het geeft ze een beter beeld van het werk in de chemische industrie en maakt dat een deel van hen positiever over die bedrijfstak gaan nadenken. De aantrekkelijkheid van de chemische industrie als werkgever neemt echter niet toe. Chemische beroepen worden meestal oninteressant gevonden.

6. TERUGBLIK

Ik had ervan gedroomd scheikundige te worden, maar de scheikunde die me werkelijk opwond was de liefdevol gedetailleerde, naturalistische, beschrijvende scheikunde van de negentiende eeuw, niet de nieuwe chemie van het quantumtijdperk.

OLIVER SACKS (2001)

In dit laatste hoofdstuk wordt nog eens teruggeblikt op het project waar deze handleiding uit voortgekomen is. Hoe was de werkwijze, welke verwachte resultaten zijn behaald (en welke niet) en welke lessen zijn er te trekken voor het opzetten van een vergelijkbaar project?

WERKWIJZE VAN HET PROJECT

Volgens het projectplan zouden in drie jaar vijftien samenwerkingsverbanden tot stand worden gebracht: vijf in de eerste ronde van twee jaar en tien in de even lange tweede ronde. Door dit dakpanmodel en gezamenlijke studiedagen bij de start en het einde van elke ronde (in totaal dus drie) kon ervaring tussen de samenwerkingsverbanden worden overgedragen. Elk samenwerkingsverband werkte aan onderwijsmateriaal dat in eerste instantie bedoeld is om door leerlingen van de betrokken school gebruikt te worden.

In de praktijk bleek de werving van bedrijven moeizaam te verlopen. Uit nood geboren heeft het eerstgevormde samenwerkingsverband (tussen Quest International in Naarden en SG Huizermaat in Huizen) als pilot gefunctioneerd. Daardoor kwam er onderwijsmateriaal beschikbaar, dat naast het materiaal van de samenwerking tussen Elf Atochem in Vlissingen en drie Zeeuwse scholen als voorbeeld kon worden gebruikt. Buitenlandse voorbeelden werden gevonden in een literatuurstudie en door de case-studies van het CEFIC Education-Industry Partnership (Ratcliffe, 2000). Deze voorbeelden werden daarna gebruikt bij de werving en opstart van nieuwe samenwerkingsverbanden.

De projectleiding, bestaande uit medewerkers van het Amstel-instituut, begeleidde de samenwerkingsverbanden vooral bij de start, en stelde zich daarna terughoudend op. Zij onderhield contact met een contactpersoon in het bedrijf en in de school, en bood waar nodig begeleiding. Keuze van de manier van samenwerking, het onderwijsmateriaal en de uitwerking is een zaak voor het samenwerkingsverband, omdat school en bedrijf het best op de hoogte zijn van hun wensen en mogelijkheden. De projectleiding trad alleen daar sturend op waar de samenwerking leek te stranden. Haar rol was dus initiërend, adviserend, communicerend en registrerend. Dat betekende dat oplossingen die in het ene samenwerkingsverband gevonden worden, bekend werden gemaakt aan de andere bestaande, en middels deze eindrapportage aan nieuw te vormen samenwerkingsverbanden. Samenwerkingsverbanden die 'klaar' zijn – dat wil zeggen: onderwijs hebben ontworpen en uitgevoerd – werden voor een evaluatief gesprek bezocht. De

projectleiding organiseerde bovendien de studiedagen.

Er vonden drie studiedagen plaats; twee die elk de start van een samenwerkingsronde markeerden, en een laatste, afsluitende bijeenkomst. De eerste studiedag werd op 9 november 2001 gehouden in Oss, waar Organon en Diosynth als gastheren optraden. Vertegenwoordigers van het Zeeuwse samenwerkingsverband en van de pilot presenteerden hun resultaten. De vijf nieuwgevormde samenwerkingsverbanden konden hun plannen en eerste resultaten uitwisselen. Tijdens de tweede studiedag, die op 26 april 2002 in Amsterdam plaatsvond met Akzo Nobel Catalysts als gastheer, kwamen alle toen bestaande samenwerkingsverbanden met hetzelfde doel bijeen. Daarnaast rapporteerde Avebe over de gestrande samenwerking met een groep scholen in de regio. 'Industrie op microschaal' zou Avebe de mogelijkheid kunnen bieden van een doorstart van die samenwerking. De laatste studiedag, op 13 juni 2003 bij Crompton Europe in Amsterdam, sloot het project af. De deelnemers formuleerden adviezen aan hun collega's in school en bedrijf die van plan zijn een samenwerkingsverband aan te gaan. Deze adviezen larden de tekst van deze handleiding.

OPBRENGST VAN HET PROJECT

Toen ruim drie jaar geleden het project 'Industrie op microschaal' werd bedacht, werd het in het kort geschetst als: 'een aantal chemische bedrijven gaat samenwerkingsverbanden aan met scholen in hun omgeving. De processen in het bedrijf worden vertaald naar onderwijsmateriaal. Met behulp van microschaaltechnieken worden modellen van de processen in de klas gebracht. Samen met een bedrijfsbezoek geeft dat leerlingen een concreet beeld van de beroepsmogelijkheden in de chemische industrie. Het project heeft bovendien een voorbeeldfunctie voor niet bij het project betrokken bedrijven en scholen, en levert een handleiding op voor het aangaan van dergelijke samenwerkingsverbanden.' (Joling, 2000, p. 1)

Deze schets toont de vier elementen die bij aanvang van het project een grote rol speelden:

- Ten eerste de wens om voort te bouwen op het project Microschaalexperimenten. Dat was een succesvol project (deelname door meer dan 50% van de doelgroep) dat door gebrek aan middelen niet voortgezet kon worden. Hier zou expertise, zowel in het Amstel-instituut als in de scholen, verloren kunnen gaan. Daar vloeide de wens uit voort om gebruik te maken van microschaaltechnieken, en het plan om ontworpen onderwijsmateriaal onder deelnemers van het project Microschaalexperimenten te verspreiden.
- Ten tweede het idee dat het mogelijk zou zijn om een onderwijsaanbod te creëren dat een concreet beeld van de beroepsmogelijkheden in de chemische industrie zou opleveren. Op de achtergrond speelde daarbij het idee dat dit een positieve invloed zou hebben op de opleidings- en beroepskeuze van de leerlingen. Niet alleen vanwege de mogelijkheid om zo subsidie voor het project te krijgen, maar ook uit een welgemeende zorg over de teruglopende

- belangstelling voor de scheikunde was dit een belangrijk element in de plannen.
- Ten derde de overtuiging dat scholen en bedrijven willen samenwerken en in staat zijn om onderwijsmateriaal te maken. Bij aanvang van het project waren daar in ons land slechts enkele voorbeelden van beschikbaar, maar de noodkreten van scheikundig Nederland (industrie, onderwijs en wetenschap) gaven het vertrouwen dat er zeker een wil tot samenwerking was.
 - Ten vierde de wens om de opgedane ervaringen te delen met belangstellende buitenstaanders. Dat lijkt vanzelfsprekend, maar het bleek dat allerlei Nederlandse initiatieven slecht gedocumenteerd waren terwijl we veel steun hadden aan literatuur over een aantal buitenlandse projecten.

En wat is daar na drie jaar van terecht gekomen? In grote lijnen is het resultaat positief te noemen, hoewel er een paar kanttekeningen zijn te maken.

MICROSCHAAL De wens om op microschaal te werken, dat wil zeggen: de processen uit de industrie te miniaturiseren tot milliliterschaal, bleek zelden haalbaar. De ene keer bleek het glaswerk te klein om het proces goed te controleren (er was geen plaats voor een sensor), de andere keer bleek het beter om goedkoop wegwerpmateriaal te gebruiken (omdat glaswerk waarin kunsthars gemaakt wordt niet gereinigd kan worden) of was het verwarmingsapparaat niet toereikend (en werd de vereiste reactietemperatuur niet bereikt). Omdat de mogelijkheid tot samenwerken prioriteit had, werd de eis op microschaal te werken losgelaten.

Ook bleek dat de ontwikkelde proeven zeer specifiek voor het bedrijf waren. Dat betekende niet alleen dat de proeven sterk contextgebonden waren, maar ook dat de gebruikte chemicaliën niet tot het standaardpakket van de scholen behoren. Distributie van practicumvoorschriften zou dan ook distributie van chemicaliën vereisen. Sommige ontwikkelde experimenten lijken weinig vernieuwend omdat ze al tot het standaardrepertoire horen. Maar veresteringen als de bereiding van een emulgator of aspirine krijgen hun bijzondere betekenis door de relatie met het bedrijf (toevoeging aan levensmiddelen of bereiding en zuivering van werkzame stoffen voor geneesmiddelen).

Hoewel het voor het geheel van het project geen probleem is, is het jammer dat het project geen distribueerbare practicumvoorschriften heeft opgeleverd. Naast uitbreiding van het repertoire zouden zij immers ook bekendheid aan het project hebben opgeleverd.

BEROEPSKEUZE ‘Onbekend maakt onbemind’ is de impliciete wijsheid achter het idee dat de beroepskeuze van de leerlingen te beïnvloeden is door hen kennis te laten maken met chemische beroepsmogelijkheden. Uit de (beperkte) onderzoeksresultaten, die gepresenteerd zijn in hoofdstuk 5, blijkt dat het project een positieve invloed heeft op de houding van de leerlingen ten aanzien van de chemische industrie. Toch laat het resultaat zich het best karakteriseren door een uitspraak van een leerling: ‘de chemische industrie is onmisbaar, maar ik ga er niet werken.’

Er zijn meerdere interpretaties mogelijk van dit - met het oog op de wens meer leerlingen voor een chemische opleiding te interesseren - tegenvallende resultaat. Zo is het mogelijk dat buitenschoolse oorzaken een belangrijke factor vormen bij de studie- en beroepskeuze van de leerlingen. Hierbij zou het ouderlijk cultureel kapitaal (Dronkers, 2002) een centrale rol kunnen spelen: leerlingen worden steeds beter in taal, dat ze voornamelijk thuis leren, terwijl vakken als wiskunde vooral op school worden geleerd. Omdat de graad van opleiding in ons land steeds hoger wordt, komen kinderen uit steeds hoger opgeleide sociale milieus, waardoor de taalvaardigheid ten opzichte van de wiskundevaardigheid verbetert. Naast het geslacht is de afstand tussen wiskunde en taal in het eerste jaar van het vwo een bruikbare 'voorspeller' van de keuze van een bèta-pakket (Uerz, Dekkers & Dronkers, 1999). Uit een studie in Groot Brittannië (Van de Werfhorst, Sullivan & Cheung, 2003) bleek dat ook Britse kinderen de vakken kiezen waar ze relatief het beste in zijn. Bovendien is er een voorkeur voor prestigieuze opleidingen, zoals rechten en medicijnen. En juist voor dat laatste vak vormen de N-profielen een goede voorbereiding. Dat zou verklaren waarom de keuze voor techniek daalt, of zeker niet stijgt. Dat verklaart ook waarom veel leerlingen aangeven dat ze scheikunde nodig denken te hebben voor hun vervolgopleiding, maar geen scheikunde gaan studeren.

Tegen zulke mechanismen is wellicht geen kruid gewassen, maar het project beoogde dan ook om te zorgen dat potentieel in bèta en techniek geïnteresseerden niet onnodig afhaken (Joling, 2000, p. 2). Hierbij zou de relatief korte looptijd van het project van invloed kunnen zijn op de bereikte resultaten:

- de samenwerkingsrelaties zijn nog niet voldoende uitgewerkt. Sommige samenwerkingsverbanden hebben pas twee rondes achter de rug, andere de eerste of zijn zelfs nog in de ontwikkelfase. De samenwerking is daarom nog niet uitgekristalliseerd en er moet nog gezocht worden naar een optimale invulling. Kenmerkend is de opmerking van een leerlinge: 'we hebben de verkeerde beroepen gezien, geen universitaire'. In een chemische fabriek zie je vooral medewerkers met een middelbare beroepsopleiding. Hun werkzaamheden zijn weliswaar te begrijpen voor havo- en vwo-leerlingen, maar kan niet als het voorland van die leerlingen gelden. Leerlingen zouden daarom in contact gebracht moeten worden met hbo'ers en academici. Dikwijls wordt hun werk echter 'te saai' gevonden om tijdens een excursie te tonen. Toch zal hier een oplossing voor gevonden moeten worden;
- de periode waarin leerlingen in contact komen met de chemische industrie is te kort. Een enkel contact met een bedrijf is niet genoeg om òn het beeld van de chemische industrie te verbeteren, òn die industrie als een aantrekkelijke toekomstige werkgever te presenteren. Het is al een bijzonder resultaat dat het gelukt is het imago te verbeteren. Om meer resultaat te verkrijgen, moet een samenwerkingsproject uitgebreider zijn, of uitgesmeerd over meerdere leerjaren. Er zou bijvoorbeeld al begonnen kunnen worden in de onderbouw. Daar komen dan wel een paar nieuwe problemen naar voren: de chemische

aanspreekbaarheid van de leerlingen is geringer, en de bij voorbaat niet-geïnteresseerde groep is groter. Dat betekent dat er zicht moet zijn op een lange-termijn samenwerking, waarbij de eis van een onmiddellijk resultaat in termen van een groter aantal leerlingen dat voor een scheikundestudie kiest, uitgesteld moet worden. Voor sommige bedrijven is dat echter onaantrekkelijk.

SAMENWERKING Scholen en bedrijven blijken in staat te zijn om met elkaar samen te werken en onderwijsmateriaal te produceren. Het heeft echter veel moeite gekost om bedrijven bij het project te betrekken (zie hoofdstuk 2). Er zijn verklaringen te bedenken waarom het zo moeizaam gegaan is:

- individuele bedrijven, of bedrijfsonderdelen of zelfs individuele medewerkers, werden aangesproken op een probleem en verantwoordelijkheid van de gehele sector. Het was dus niet duidelijk wie de eigenaar van het probleem was en wie daarop werd aangesproken;
- het vormen van samenwerkingsverbanden is een door ons geformuleerd antwoord op een vraag die de bedrijven (die als vanzelfsprekend als probleemeigenaar werden aangesproken) niet zelf gesteld hadden;
- de benadering van de bedrijven had, naast de benadering op de werkvloer, gesteund moeten worden door een convenant op managementniveau.

Dat convenant is inmiddels gesloten in de vorm van Jet-Net, waarbij het duidelijk is dat de (betrokken) bedrijven het nu als hun probleem zien om iets richting onderwijs te ondernemen. Het project 'Industrie op microschaal' is in dat licht te vroeg van start gegaan, en heeft doordat het niet op een hoger beslisniveau doorgedrongen is ook niet de gidsfunctie vervuld die het zeker had kunnen hebben.

De grote inspanning bij het leggen van contacten had beter aangewend kunnen worden bij de begeleiding en evaluatie van de productie van onderwijsmateriaal.

ERVARINGEN De voorliggende handleiding is het tastbare hoofdproduct van het project (de gevormde, productieve samenwerkingsverbanden kunnen uiteraard ook als een 'product' van het project gezien worden). Over de voortgang van het project is echter eerder al in verschillende vormen naar het veld toe gerapporteerd.

Onderstaand een overzicht van activiteiten en publicaties waarin ervaringen uit het project werden bekendgemaakt.

Website

Op een eigen website <http://www.chem.uva.nl/chemeduc/microschaal> werd het project gepresenteerd, werden de deelnemers vermeld en uiteindelijk de handleiding gepubliceerd. Hoewel het bijhouden van de website geen prioriteit had, bleek het in de praktijk erg handig te zijn om eenvoudig naar achtergrondinformatie te kunnen verwijzen. Bovendien is het eenvoudig om door middel van links naar andere sites allerlei bruikbaar materiaal te ontsluiten.

Good practices

Op verzoek van Axis zijn er vier ‘good practices’ gepubliceerd:

- Werven van bedrijven voor samenwerking met een school (1 februari 2002);
- Inpassen van de samenwerking tussen school en bedrijf in het programma (21 december 2001);
- Concrete invulling van de samenwerking tussen school en bedrijf (14 november 2002);
- Veranderende opvattingen van leerlingen over de chemische industrie / Veranderen de opvattingen van leerlingen over werken in de chemische industrie? (10 oktober 2003).

De eerste twee werden als samenvatting opgenomen in een bundel met honderd good practices (Axis & Hypertext en Communicatie, 2002) terwijl de volledige versies beschikbaar zijn via de website van de ‘Kennisbank techniek’: <http://www.kennisbanktechniek.nl/>

Presentaties en workshops op (inter)nationale conferenties

- Woudschoten Chemie Conferentie op 5 en 6 november 1999: workshop in de voorbereidingsfase van het project.
- Woudschoten Chemie Conferentie op 3 en 4 november 2000: bijdrage aan de workshop van G. Boer van SSG Nehalennia uit Middelburg.
- Woudschoten Chemie Conferentie op 3 en 4 november 2000: posterpresentatie.
- Landelijke studiedag voor scheikundeleraren en TOA's op 24 april 2001 in Nijmegen: workshop.
- Axis-bijeenkomst ‘projecten in beweging’ op 22 juni 2001 in Amsterdam: posterpresentatie.
- 6th ECRICE / 2nd ECCE op 7 september 2001 in Aveiro (Portugal): voordracht (Joling, 2001).
- NVON-congres op 22 maart 2002 in Amsterdam: workshop.
- Landelijke studiedag voor scheikundeleraren en TOA's op 9 april 2002 in Nijmegen: workshop.
- Woudschoten Chemie Conferentie op 8 en 9 november 2002: posterpresentatie.
- Axis-bijeenkomst ‘AxisProjectenParade’ op 27 maart 2003 in Rotterdam: workshop, samen met M. Visser van Diosynth, N. Westhoff van Organon, en L. van der Weijden van het Hooghuis Lyceum uit Oss.
- Landelijke studiedag voor scheikundeleraren en TOA's op 8 april 2003 in Nijmegen: workshop, samen met M. Visser van Diosynth, N. Westhoff van Organon, en L. Zelissen van het Maasland College uit Oss.

Publicaties in vaktijdschriften

- Toen het project in 2001 een jaar op streek was, werd daar in de *NCI* en het *Chemisch2Weekblad* aandacht aan besteed, en werd een oproep gedaan om deel te nemen aan het project.
- Met de afronding van het project in zicht, werd door ons in het lerarenblad *NVOX* over de resultaten gerapporteerd (Joling, Van den Berg & Verbeek, 2003)

Onderzoek in het kader van de lerarenopleiding en de educatief-communicatieve variant van de opleiding scheikunde

- Opvattingen van leerlingen, onderzocht in de samenwerking van Quest International en SG Huizermaat (Kokelaar, 2001).
- Functioneren van het begrip katalyse, onderzocht in de samenwerking van Akzo Nobel Catalysts en het Bredero College (Petram, 2002).

Hoewel er dus ruim bekendheid is gegeven aan het project, kan terugblikkend gesteld worden dat die publiciteit vooral gericht is geweest op de docenten en te weinig op de chemische bedrijven. Kennelijk vormden de docenten de natuurlijke achterban en is de industrie geen werkelijke partner geworden. Kenmerkend is dat Jet-Net, waar ook de stichting Axis in participeert, geen contact gezocht heeft met de projectleiding. Weliswaar heeft het *Chemiezine*, de wekelijkse e-mailnieuwsbrief van de VNCI de handleiding aangekondigd, maar het is duidelijk dat met het verschijnen van dit eindrapport er nog een slag richting industrie geslagen kan worden door een laatste publiciteitsronde.

LESSEN UIT HET PROJECT

De eerste les die uit het project 'Industrie op microschaal' geleerd kan worden, is dat het project niet zo eenvoudig was als het eerst leek. Een flink aantal doelstellingen, met elk andere doelgroepen, loopt door elkaar.

Zo moest er (1) een kader geschapen worden (de vorming van samenwerkingsverbanden van scholen en bedrijven) om (2) onderwijsmateriaal te ontwerpen dat (3) gericht is op het stimuleren van belangstelling voor een carrière in de chemie. Bovendien moesten uit het onderwijsmateriaal (4) distribueerbare practicumvoorschriften op microschaal gehaald kunnen worden, en moest het project (5) aanwijzingen opleveren hoe zo'n proces gestuurd kan worden.

Het lijkt verstandiger om een project minder gecompliceerd te maken, opdat voldoende aandacht aan enkele aspecten besteed kan worden. Zo'n aspect had kunnen zijn: hoe verloopt het ontwerpen van onderwijsmateriaal in een groep van docenten en medewerkers van een bedrijf?

Nu werd de projectleiding gedwongen om zich bezig te houden met het scheppen van het kader, en kwam het in te geringe mate toe aan de andere doelstellingen.

Bij de centrale doelstelling: een weg vinden om het groeiend tekort aan chemici het hoofd te bieden, was het niet duidelijk wiens probleem dat nu eigenlijk is, en hoe de actoren daarop aangesproken kunnen worden. In een project als dit is het daarom van belang om eerst het probleem goed te definiëren, en na te gaan of er op hoog beslisniveau partners te vinden zijn die zich eigenaar van het probleem achten. Daarna kan er samen een strategie geformuleerd worden, en kan het kader voor

verdere vragen eenvoudiger tot stand komen.

De aanvankelijke verwachting dat de branchevereniging als zo'n partner zou functioneren is onterecht gebleken, vooral ook omdat zij niet in staat is individuele bedrijven te mobiliseren.

Een zinvol vervolgonderzoek naar de vraag: 'hoe kan een groep van docenten en medewerkers van een bedrijf geschoold worden in het ontwerpen van onderwijsmateriaal?', heeft nu het voordeel dat het kan plaatsvinden binnen het nu gevormde kader of binnen dat van Jet-Net.

LITERATUUR

- Adelmund, K.Y.I.J. (2002) *Antwoorden op de schriftelijke vragen van het lid Vergeer-Mudde van de Tweede Kamer der Staten-Generaal aan de staatssecretaris van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen dd 24 juni 2002*. [downloadbaar Word-bestand van Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, <http://www.minocw.nl/kamervragen/2002/antwoorden/23935.doc>, bezocht op 11 juli 2003].
- Adelmund, K.Y.I.J., J.A. Keijser, F.C.T. van der Mooren, S.J. Steen, C.J.D. Frankenveijle, V.A. Smit, N.P. Geelkerken, J. Winkels, I.C.J.M. van Kesteren, R. Limper, W.J.V. van Katwijk, V. de Neve, T.A.J. Brugman, A.J.F. Duif, K. de Jonge, F. Keun & P.A. Stadhouders (2002) *Convenant "Scholen voor primair en voortgezet onderwijs en sponsoring"*. [downloadbaar pdf-bestand van Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, <http://www.minocw.nl/sponsoringpovo/convenant2002.pdf>].
- Axis & Hypertext en Communicatie (red.) (2002) *Bèta/techniek verbeteren: 100 good practices*. Delft: Stichting Axis.
- Bedrijfsleven investeert in bèta-onderwijs. (2002) *Het Financieele Dagblad* van maandag 3 juni 2002, 1.
- Boer, G. (2001) Samenwerking tussen Elf Atochem en drie Zeeuwse scholen. In: Berg, B. van den, E. Joling & F. van Mourik (red.) *Handleiding Industrie op microschaal*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, AMSTEL Instituut. (voorversie).
- Buijs, W. (2001) Scholieren krijgen goed beeld van chemie. *Chemisch2weekblad*, 21 april 2001, 97, 10.
- Buis, T., K. Hendrix & J. Frietman (2003) *Technomonitor 2003: een kwantitatieve analyse van het technisch onderwijs en de technische arbeidsmarkt* (Rapport in opdracht van Stichting Axis en het Centrum voor Werk en Inkomen 90-5861-016-0, maart 2003) Kenniscentrum Beroepsonderwijs Arbeidsmarkt.
- Bulte, A., F. Carelsen, W. Davids, H. Moréllis, A. Pilot, N. Velthorst & W. de Vos (1999) Dilemma's in de schoolscheikunde. *NVOX*, 24, 289-291.
- Bureau DST (1996) *Actief met Chemie - Scheikunde in de beroepspraktijk*. Leidschendam: Stichting C₃.
- Diephuis, R. (2002) *Vooronderzoek Adoptierelaties: een samenvattende rapportage* (september 2002). [downloadbaar pdf-bestand van Stichting Weten, http://www.jet-net.nl/pdf/vooronderzoek_adopties.pdf].
- Diephuis, R., L. Roebroek & H. Sniijders (2003) *Proefproject Adoptierelaties: samenvattende rapportage eerste fase*. [downloadbaar pdf-bestand van Stichting Weten, http://www.jet-net.nl/onderzoek/rapporten/8992_rapport_adoptierelatie.pdf].
- Dramatische daling studie bètavakken. (2003) *Het Parool* van zaterdag 26 juli 2003, 4.
- Dronkers, J. (2002) Culturele bagage bepaalt studiekeuze. *de Volkskrant* van woensdag 11 december 2002, 7.

- DSM-onderwijsprogramma "Science is hot" werpt vruchten af. (2003) *NCI*, **45**, 17-18.
- Geraedts, C.L., K.T. Boersma, H.A.M. Huijs & H.M.C. Eijkelhof (2001) *Ruimte voor SONaTe. Onderzoek naar good practice op het gebied van samenhangend onderwijs in natuur en techniek in de basisvorming*. Delft: Stichting Axis.
- Graaf, A. van de (2002) *Van beide kanten: Ervaringen van de chemische industrie met scholen-adoptierelaties. Een kwalitatief onderzoek* (juni 2002) Stichting Communicatie Centrum Chemie - C₃.
- Hoeven, M.J.A. van der (2003a) *Profielen en toelichting*. Bijlage bij de brief van 4 juli 2003 aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal; [downloadbaar pdf-bestand van Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, <http://www.minocw.nl/brief2k/2003/doc/23487a.PDF>, bezocht op 11 juli 2003, bijgewerkt op 10 juli 2003].
- Hoeven, M.J.A. van der (2003b) *Voorstel tot herziening 2e fase havo/vwo*. Brief van 4 juli 2003 aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal; [downloadbaar pdf-bestand van Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen, <http://www.minocw.nl/brief2k/2003/doc/23487.PDF>, bezocht op 11 juli 2003, bijgewerkt op 10 juli 2003].
- Hofstein, A. & M. Kesner (1996) Bringing industrial chemistry into the classroom: the Israeli industry-education partnerships. In: Isuyama, R. & M. Mapletoft (red.) *Synergy: 5 case studies on industry-education partnerships*. York: Chemical Industry Education Centre, pp. 9-32.
- Huisman, J. (red.) (2003) *Ontwikkeling van talent in de tweede fase: advies van de KNAW-klankbordgroep voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.
- Industrie op microschaal: een project dat scholen en bedrijven met elkaar verbindt. (2001) *NCI*, 12 september 2001, 16.
- Isuyama, R. & M. Mapletoft (red.) (1996) *Synergy: 5 case studies on industry-education partnerships*. York: Chemical Industry Education Centre.
- Joling, E. (2000) *Industrie op microschaal* (projectplan, 21 juli 2000) Universiteit van Amsterdam, AMSTEL instituut.
- Joling, E. (2001) *Industry on microscale. A project to create a bond between schools and industry*. Bijdrage aan de 6th European Conference on Research in Chemical Education and the Second Conference on Chemical Education, gehouden te Aveiro.
- Joling, E., B. van den Berg & L. Verbeek (2003) Industrie op microschaal: scholen en chemische bedrijven werken samen. *NVOX*, **28**, 107-109
- Kokelaar, A. (2001) *Het beeld van VWO leerlingen ten aanzien van werken in de chemische industrie* (Verslag van het verdiepingsonderzoek, juni 2001) Instituut voor de lerarenopleiding van de Universiteit van Amsterdam.
- Lister, T. (1998) *Industrial Chemistry for schools and colleges*. Herts: The Royal Society of Chemistry.
- Mapletoft, M. (1994) *On-site - a guide to visiting the chemical industry*. Chemical Industry Education Centre.

- Mee(r) Doen: 50 stappen om te komen tot 15% meer Bèta/Technici in 2010* (2003) (discussienota om te komen tot een Actieplan Bèta/Techniek, 4 juli 2003) Stichting Axis.
- Miller, G.E. & M. Taagepera (1996) A USA model of industry-academic partnership in the dense urban area of Orange County, California. In: Isuyama, R. & M. Miranda (red.) *Synergy: 5 case studies on industry-education partnerships*. York: Chemical Industry Education Centre. pp. 71-90.
- Morélis, H., W. Reinalda & W. Bolt (2001) *Vakdossiers 2001: Biologie Natuurkunde Scheikunde* (Verkorte versie met een selectie van de meest relevante bladzijden voor het vak scheikunde) SLO.
- Nieuw project biedt leerlingen uitdaging. (2001) *Chemisch2weekblad*, 25 augustus 2001, 9Z, 19.
- Oosterom, W. van (2001) Bèta/techniek: Zicht op oplossingen. In: Geurts, J. (red.) *De menselijke kant van bèta/techniek. Opmaat voor een betere balans tussen aanbod en vraag*. Delft: Stichting Axis. 01-13, pp. 27-37.
- Overleg Chemie Nederland (2000) *Chemie in nieuw perspectief: van middelbare school tot arbeidsmarkt* (brochure, maart 2000) Overleg Chemie Nederland, een overleg van: Akademie commissie voor de chemie; KNCV; NWO; Chemische wetenschappen/STW; VNCI; VSNU en Scheikundekamer.
- Persson, M. & B. Scholtens (2003) Techneut op toernee. *de Volkskrant* van 7 juni 2003, 1w.
- Petram, M. (2002) *Synthese van alumina: een onderzoek naar de kennisverandering van VWO-leerlingen omtrent het onderwerp katalyse na een project over katalysatoren in samenwerking met Akzo Nobel Catalysts*. Universiteit van Amsterdam, onderzoeksverslag educatieve en communicatieve variant.
- Ratcliffe, B. & U. Westin (2000) *Educational site visits for schools: A guide for companies*. [downloadbaar pdf-bestand van CEFIC Education-Industry Partnership, <http://www.cefic.org/files/Publications/EIPsitevisits2000.pdf>].
- Roberts, K. (2000) Making the most of industrial visits. *Education in Chemistry*, 37, 32.
- Sabo, M., M. Sarquis & C. Ennis (1997) The PACT Ambassador Outreach Program: more than just a bunch of "old white-haired scientists". *Journal of Chemical Education*, 74, 450-451.
- Sacks, O. (2001) *Oom Wolfram en mijn chemische jeugd*. Amsterdam: Meulenhoff.
- Samenwerking scholen en chemische bedrijven. (2003) *Chemiezine, wekelijkse e-mailnieuwsbrief van de VNCI*, 5 september 2003, 1, 1.
- Scheikundeonderwijs moet spannender en praktijkgericht. (2000) *NCI Onderwijsspecial*, oktober 2000, 8-9.
- Sinkeldam, I. (1999) Spijt van het vakkenpakket. *CBS Webmagazine*, 13 september 1999.
- Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs (1994) *De Tweede Fase vernieuwt: Scharnier tussen basisvorming en hoger onderwijs, deel 2* (oktober 1994) Den Haag.

- Uerz, D., H. Dekkers & J. Dronkers (1999) Reken- en taalvaardigheid als voorspeller van B-keuzen in het voortgezet onderwijs. *Pedagogische studiën*, 76, 170-182.
- Vakontwikkelgroep Binask (1995) *Advies Examenprogramma's havo en vwo: biologie, natuurkunde, scheikunde* (AN 9.330.7459, december 1995) Stuurgroep Profiel Tweede Fase.
- Ven, M. van der (1997) Vakkenintegratie door veldwerk. *NVOX*, 22, 55-57.
- Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie & Verbond van Handelaren in Chemische Producten (2000) *Handboek producten Nederlandse chemie*. Den Haag: ten Hagen & Stam.
- Verkenningcommissie Scheikunde (2002) *Bouwen aan Scheikunde: blauwdruk voor een aanzet tot vernieuwing van het vak scheikunde in de Tweede Fase HAVO en VWO* (AN 4.744.8304, 18 juni 2002) OC&W.
- VNCI (2001) *Het chemisch tekort*. [web-site van VNCI, <http://www.vnci.nl> bezocht op 30 november 2001, bijgewerkt op 4 oktober 2001].
- Vollmer, G. (1998) Chemieunternehmen als Partner für die Entwicklung von Schulen. *chimica didactica*, 24, 173-195.
- Vollmer, G. & C. Merschhemke (1997) *Chemie in Köln und Umgebung: Unterrichtseinheiten zur Öffnung des Chemieunterrichts*. Bonn: Initiative zur Förderung des Dialogs Industrie / Schule.
- Warps, J. & M. Woutersen (2001) *Kiezen voor bèta in het wetenschappelijk onderwijs: een onderzoek naar de keuze voor zachte- en harde bètaopleidingen door vwo-WO doorstromers* (Axis publicatie, november 2001) Axis.
- Werfhorst, H.G. van de, A. Sullivan & S.Y. Cheung (2003) Social class, ability and choice of subject in secondary and tertiary education in Britain. *British Educational Research Journal*, 29, 41-62.
- Wesselingh, J.A. (2001) De wereld verandert - wat moet ik daarmee? *NVOX*, 26, 495-499.

Handleiding voor samenwerking

Indus micro

*Hoe scholen
kunnen sa*



UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM
AMSTEL Instituut