

Verlag van NIVO-C nascholing

N. Verhoef

CHS Windesheim, Zwolle

Samenvatting

Een overzicht van de ervaringen met software voor wiskundeonderwijs zoals die opgedaan werden in de NIVO-nascholingscursussen.

Veel van de beschreven pakketten worden nader beschreven in andere artikelen in dit nummer.

Nu, anderhalve maand na het beëindigen van de NIVO-nascholingscursus, komt het verzoek om iets over m'n ervaringen op te schrijven. Het lijkt alweer zo lang geleden...

Op de allereerste bijeenkomst had ik met de cursisten een aantal afspraken gemaakt:

1. Er wordt hier niet gekopieerd!
2. Het certificaat ontvangt een ieder alleen dan, wanneer ik op papier een uitgewerkte wiskundeles met gebruik van de computer heb gezien.

Nu zou ik zo iets nooit meer zeggen, er is immers altijd een periode nodig om nieuwe dingen te verwerken en te overdenken.

Hoongelach om afspraak 1, bovendien: hoe kun je nu toch ooit een softwarepakket uitproberen in de klas als je het niet hebt?

Nou ja, lenen dan maar.

VU-Grafiek

VU-Grafiek is bedoeld als een stuk gereedschap dat bruikbaar is bij het analyse-onderwijs.

Het kan gebruikt worden in de onderbouw, bij de behandeling van lineaire en kwadratische functies, maar de werkelijke kracht van VU-Grafiek wordt pas zichtbaar in de bovenbouw.

VU-Grafiek is een menu-gestuurd programma. Het belangrijkste onderdeel van het pakket is 'Grafieken tekenen' van een willekeurige functie.

De kracht van het programma ligt in het feit dat zowel domein als bereik van functies zijn te variëren. Je kunt dus een globale of een meer gedetailleerde tekening van een grafiek maken.

Het is ook mogelijk twee grafieken naast elkaar te tekenen, dat gaat met het onderdeel 'Uitvergroten'.

Het hoofdmenu van VU-Grafiek ziet er zó uit:

1. Zoek het functievoorschrift.
2. Grafieken tekenen.
3. Uitvergroten.
4. Differentiëren.
5. Integreeren.
6. Oplossen van vergelijkingen.
7. Taylor-polynomen.
8. Differentiaalvergelijkingen.
9. Functies van meer veranderlijken.
- P. Parametervoorstellingen voor krommen.
- T. Niveaulijnen.

Men was enthousiast over de mogelijkheden (voor zowel onder- als bovenbouw) en de gebruikersvriendelijkheid van dit pakket.

Twee cursisten hebben met VU-Grafiek gewerkt in de klas:

- a. In 4-vwo, bij het tekenen van goniometrische grafieken ontstaan uit $y = \sin(x)$ en $y = \cos(x)$, na diverse afbeeldingen zoals vermenigvuldiging ten opzichte van de x -as of de y -as, translatie in de x - of y -richting:
 - even wennen aan de notatie $3x$ in plaats van $3*x$;
 - om een 'juist' plaatje te krijgen moet je zorgen voor evengrote intervallen op de assen, helaas wordt bij de optie *groot* het zelfgekozen ortho-normale assenstelsel vervormd;
 - de grafiek van bijvoorbeeld de functie $f(x) = (x^2 - 4x + 4)/(x - 2)$ wordt getekend als de grafiek van de $f(x) = x + 2$;

- de functie $f(x) = \text{INT}(x)$ geeft een grafiek, waarbij de horizontale halve lijnen verbonden worden door verticale lijnstukjes.

Werkt dit pakket werkelijk bevorderend voor het inzicht?

Op deze vraag is nog geen duidelijk antwoord te geven, omdat slechts één les met VU-Grafiek is gewerkt. Belangrijk is wel dat de leerlingen vlot met het programma konden omgaan en dat het zeker niet de begripsvorming in de weg heeft gestaan.

- b. In 3-havo bij het opstellen van een functievoorschrift van een eerstegraads functie met behulp van de grafiek.

De docente heeft achteraf de leerlingen om reacties gevraagd, enkelen hieruit:

- leuker dan een gewone les, veel gezelliger;
- ik had het idee dat je met de dingen die je geleerd hebt iets kunt doen;
- je kunt voor jezelf werken en het is niet zo saai;
- je moet met teveel man (3) aan één computer werken;
- je kunt jezelf controleren;
- ik snap nu hoe ik de rico moet vinden en hoe je een voorschrift maakt;
- dat je een computer ook wiskundesommen kunt laten geven!

Voortgezet rekenen

Onder de kop 'Voortgezet rekenen' vallen pakketten die zeer verschillend zijn van aard, maar alleen bruikbaar voor leerlingen van 12-16. Immers in het onderbouwprogramma van het voortgezet onderwijs krijgen rekenactiviteiten een steeds groter accent.

Het programma Grafiektaal van de SLO bestaat uit twee onderdelen: Badkuip en Flessenvuller.

Het subsysteem Badkuip bestaat uit vijf oefeningen, namelijk:

- Badkuip vullen.
- Bad en grafiek.
- Grafiek tekenen.
- Grafiek lezen.
- Met pen en papier ...

Iedere keer als een oefening gedaan wordt is er een andere grafiek of een andere manier van het vullen van het bad. De oefeningen kunnen dus zinnig herhaald worden.

In het onderdeel Flessenvuller zijn de drie volgende oefeningen aanwezig:

- Teken zelf een fles.
- Zoek grafiek.
- Zoek fles.

Uit de IBM-OMO-SCO-software, de volgende pakketten:

- *Zakgeld*
Oefenprogramma over het rekenen met geld.
- *Supermarkt*
Oefenprogramma over sorteren en totalen optellen.
- *Mercurius*
Simulatieprogramma over een limonadetentje.

- *Klasseavond*
Oefenprogramma om het budget te leren bewaken.

- *Schatten*
Zoals de titel al zegt gaat het om allerlei activiteiten die te maken hebben met het schatten van hoeveelheden, lengtes en tijdsintervallen.

In de hulpprogramma's worden de gebruiker situaties voorgelegd waarin geschat moet worden. Er is sprake van uitleg over de beste methode.

De opgedane ervaringen kunnen worden gecombineerd in een 'adventure-achtig' programma-onderdeel waarin de mate van juistheid bij schatting wordt vertaald in punten.

- *Inleiding Spiegelen*
Oefenprogramma over het werken met coördinaten.

- *Inleiding Roteren*
Oefenprogramma over het roteren van figuren.

- *Inleiding Vermenigvuldigen*
Oefenprogramma over het vermenigvuldigen van figuren.

- *Inleiding Transleren*
Oefenprogramma over het transleren van figuren.

- *Een Wereld Rond Tafels (EWRT)*
Dit is een programma dat is ontwikkeld door de SLO in samenwerking met Micromate.
Auteurs: Joost Klep en Louis Gilissen.
Het is bedoeld als zelfstandig oefenprogramma voor het onderdeel 'tafels'.

De leerling kan zelf kiezen volgens welk visualiseringsmodel hij de tafelsommen wil benaderen: getallenlijn, stroken, rechthoekmodel of groepjes. Een uitvoerige, gedetailleerde leerlingenadministratie zorgt ervoor dat op elk moment, zowel de leerling als de leerkracht overzicht heeft over de stand van zaken ten aanzien van een bepaalde leerling.

In eerste instantie had ik bij VU-Grafiek willen aansluiten met een bewerking van de pakketten Badkuip en Flessenvuller van de SLO, helaas kwamen die schijven de ochtend, volgend op de cursusavond 's morgens om half 7 met de expressepost thuis! Ook het pakket Breuken was toen nog niet gereed voor gebruik, ik had allerlei verwachtingsvolle verhalen hierover gehoord.

Met veel moeite kreeg ik uiteindelijk Een Wereld Rond Tafels aan de praat voor de derde bijeenkomst.

De cursisten bekeken naar eigen behoefte de volgende IBM-OMO-SCO-software: Zakgeld, Supermarkt, Mercurius, Klasseavond en Schatten, alsmede meetkundige pakketten: Inleiding Spiegelen, Roteren, Vermenigvuldigen en Transleren en uiteraard Een Wereld Rond Tafels van Joost Klep, als opstap voor de ruimtemeetkunde van de volgende bijeenkomsten. Maar ach, het werd alweer Een Wereld Zonder Tafels. Totaal tegen mijn verwachtingen in scoorden de meetkundige pakketten hoog:

'Hier heb ik als onderbouw-leerkracht tenminste iets aan';

'Handig, dat spaart veel tijd';

'Dat ga ik in ieder geval uitproberen';

Maar ook Zakgeld, Mercurius en Klasseavond scoorden met name hoog bij lbo/mavo leerkrachten.

'Moet je eens kijken wat ze daarvan leren!';

'Dit spreekt juist Ibo-leerlingen aan.'

En over Schatten het volgende:

'Schaten, nou ja wat leer je daar nu van?'

'Leuk voor de laatste les.'

Terwijl ik juist een tegenovergestelde reactie had verwacht. Ik neem maar aan dat dat wel zal veranderen met de komst van de bavo.

Net voor het einde van de bijeenkomst kreeg ik zowaar Een Wereld Rond Tafels weer aan de praat, de cursisten waren niet echt diep onder de indruk:

'Moet je nu zo moeilijk doen?'

Het probleem was niet hun probleem op dat moment.

Een cursiste heeft Inleiding Transleren in klas 1 mavo uitgeprobeerd:

De klas werkte met Getal en Ruimte en heeft een lesuur aan dit pakket besteed. Vooraf alleen een korte uitleg over het gebruik van de enter-toets.

Het pakket kon gemakkelijk in een lesuur worden doorgenomen, sommige leerlingen werkten het twee keer door.

Bij een fout antwoord toont de computer direct de foute translatie, de leerlingen kunnen zichzelf corrigeren.

Nadeel: veel telwerk.

Enkele reacties van leerlingen:

- 'als je het twee keer fout doet, dan doet de computer het voor en daar leer je van';
- 'we kregen met de computer spelletjes over translatie, eerst werd uitgelegd wat je moest indrukken om verder te gaan, het was een langwerpige knop met een pijltje. Hoe dat heette ben ik vergeten, ik geloof vector of zo iets...';
- 'van mij mogen we alles op de computer doen.'

Een ander heeft Inleiding Spiegelen voor zichzelf beoordeeld, met betrekking tot zijn leerlingen onderbouw Ibo/mavo.

Hij geeft het volgende aan:

Het pakket is zeker goed bruikbaar als introductie of extra oefening bij het behandelen van spiegelen van figuren, het aanbrengen van symmetrie-assen en het werken met coördinaten.

Het eerste onderdeel omvat de begrippen hoekpunt, beeldpunt en origineel. In het tweede onderdeel worden dezelfde begrippen behandeld, uitgebreid met het werken met coördinaten in een assenstelsel.

Naast dit pakket zullen de leerlingen wel op schrift moeten oefenen met geodriehoek en potlood.

Het programma is erg gebruikersvriendelijk, als de leerling er niet uitkomt geeft de computer het antwoord.

Op onze school is dit pakket prima te gebruiken naast het IOWO-pakketje Spiegelen.

LOGO, PAKKET3D en RUIMFIG

Het meetkundeonderwijs staat de laatste tijd weer volop in de schijnwerpers. Daar de grafische mogelijkheden van de microcomputers zo verbeterd zijn, moet ook worden nagegaan in hoeverre de computer het vernieuwde meetkundeonderwijs kan ondersteunen. Uit onderzoek blijkt dat de zogenaamde driedimensio-

nale Logo ofwel 'Turtle geometry' leerlingen materiaal in handen geeft om zelf meetkundige figuren of functies grafisch te representeren.

Er zijn aanwijzingen dat leerlingenpractica met turtlegraphics een meer onderzoekende houding bij leerlingen kunnen stimuleren. In het ruimtemeetkundeprogramma van de bovenbouw van het voortgezet onderwijs kan de computer op deze manier ondersteunend zijn, omdat een voorstelling wordt gemaakt van ruimtelijke figuren. Deze figuren kunnen dan moeiteloos getransformeerd worden en op elk moment kunnen er projecties gemaakt worden. Daarnaast kunnen er ook allerlei vlakvullingen worden gemaakt.

Inmiddels is er een vernieuwde versie van Pakket3D, te weten Ruimfig, in de handel van OW&OC. Dit is ook een uitwerking van de driedimensionale Logo, maar gebaseerd op het werken met coördinaten, waardoor dit pakket op dit moment beter aansluit bij de gangbare schoolwiskunde.

Zelf ben ik erg enthousiast over deze nieuwe mogelijkheden en als vanzelf breng je dat dan over op de cursisten! Het waren voor ons allemaal de leukste en meest leerzame lessen van de hele cyclus. Leerzaam in de zin van op eigen niveau op een heel andere manier met figuren bezig zijn. Als je immers verkeerde instructies geeft krijg je de meest wanstaltige gedochten en de trage manier van tekenen van de turtle verergert dit alleen maar. Als de figuur dan uiteindelijk wel correct op het scherm verschijnt moet iedereen dat toch wel even zien.

Nooit zag ik een groep leraren zich zo (letterlijk) in allerlei bochten wringen om de bewegingen van de turtle na te bootsen. En de eigen voorstelling van ruimtelijke figuren, daar draait het om!

VU-STAT

Bij het onderwerp statistiek in het bijzonder kan de computer een ondersteuning zijn, met name wat betreft het veelvuldige rekenwerk. Gegevens kunnen direct gepresenteerd worden als:

- frequentietabellen en histogrammen;
- puntenwolken en regressielijnen;
- kruistabellen.

Het statistiekonderwijs kan dan de nadruk leggen op het interpreteren en controleren van deze resultaten.

VU-Stat is een statistisch pakket waarmee enquêtes kunnen worden ingevoerd en verwerkt. Ideaal om leerlingen zelf te laten onderzoeken en verwerken.

De cursisten vonden dit wel aardig om te doen, maar ze zagen totaal niet de relevantie tot hun eigen onderwijs. Alleen bij projectonderwijs zou dit goede diensten kunnen bewijzen.

VU-KANS en BREUKEN

Het pakket VU-Kans laat de computer optreden als simulator van allerlei kansspelen. Dit pakket sluit direct aan op de schoolwiskunde omdat ook het gooien met munten of dobbelstenen direct te simuleren is. De resultaten worden meteen snel en overzichtelijk gerangschikt. Ook de wet van de grote getallen is nu geen enkel probleem meer.

Het OMO-pakket Breuken is ontwikkeld om leerlingen in het voortgezet onderwijs de gelegenheid te bieden vaardigheid in het rekenen met breuken onder de knie te krijgen. Oudere leerlingen kunnen het pakket gebruiken om hun vaardigheid wat op te frissen.

Het pakket omvat drie onderdelen, te weten:

1. Introductie.
2. Optellen en aftrekken van respectievelijk gelijknamige breuken, ongelijknamige breuken en gemengde breuken.
3. Vermenigvuldigen: hele \times breuk; breuk \times breuk, gemengde getallen.
4. Delen; introductie delen; breuk : hele; gemengde getallen.

In tegenstelling tot VU-Stat zagen de cursisten VU-Kans veel meer zitten; steeds met een dobbelsteen gooien is niet zo'n leuke bezigheid en nu doet de computer dat.

Een cursiste probeerde het pakket uit in 5 atheneum, wiskunde A.

Hier volgt iets over haar ervaringen:

Voor de leerlingen is dit een nieuw onderwerp, in klas 4 door tijdgebrek niet behandeld. Voor leerlingen en lerares de eerste 'computerles'. Ze laat de leerlingen gewoon wat rommelen met VU-Kans. Tot haar stomme verbazing gaat er niets mis, de leerlingen zijn enthousiast en geconcentreerd bezig, zij loopt er wat verloren bij. Aan het eind van de les kost het moeite om de leerlingen te laten stoppen.

Gezien het feit dat er in de voorlopige versie nog wat fouten zitten, heeft ze de leerlingen slechts een gedeelte laten doen. Mede door de snelheid van de simulatie is het programma goed te gebruiken.

Enkele reacties van leerlingen:

- 'met zo'n les onthoud je meer dan gewoon in de klas';
- 'je krijgt zo een snelle indruk waar het onderwerp over zal gaan';
- '... dan sta je er niet zo vreemd tegenover.'

Steeds moesten de leerlingen hun resultaten opschrijven, dat vonden ze nutteloos en afleidend. Misschien toch beter om het practicum wat later in de lessencyclus te laten uitvoeren.

Omdat juist die keer het lang verwachte pakket Breuken binnen was gekomen, heb ik de combinatie gemaakt van VU-Kans en Breuken.

Die keuze kon ik ondersteunen met een artikel uit Trouw van Fred Goffree over breuken en kansberekeningen. Vooral de onderbouwleerkrachten zaten al een tijd met spanning te wachten op dit pakket waarvan de roem al was voorgegaan.

De cursisten waren zeer tevreden over het pakket, terwijl ikzelf twijfels over de aanpak heb, niet de leerling deelt/telt op maar het apparaat en wel steeds op dezelfde manier. De cursisten zagen vooral ook mogelijkheden op het gebied van remedial teaching.

Een cursiste heeft het pakket in een tweede klas havo uitgeprobeerd, hier volgen enkele reacties:

- de leerlingen vonden de tekeningen om te verduidelijken kinderachtig;
- bij fouten moet je nog eens proberen, dat is prima;

- leerlingen die om een kladblaadje vragen hebben duidelijk iets niet begrepen, je kunt de tussenwerkingen intikken en dat is juist zo mooi;
- de leerlingen moeten puntsgewijs het hele programma door, dus beginnen bij gelijknamige breuken en dan via de ongelijknamige naar de gemengde en steeds de toets maken!

VU-KORT

In het pakket komen de zogenaamde 'short-liners' aan de orde. Een short-liner is een programma dat hoogstens twintig regels telt, waardoor een listing op het scherm past.

De short-liners in VU-Kort zijn geschreven in GW-Basic, hoewel ook Logo een omgeving voor shortliners zou kunnen zijn.

Het schrijven van een short-liner vergt over het algemeen een zorgvuldige analyse van het onderwerp, het gebruikte algoritme moet glashelder zijn. Bovendien kan het draaien van zo'n programma een beter inzicht geven in wat er nu precies gebeurt door het variëren van allerlei variabelen of ingevulde waarden.

Toen ikzelf voor de eerste keer kennismakte met dit pakket was ik erg enthousiast, immers je bent nu in staat zelf op eenvoudige wijze zeer overzichtelijk programma's te maken, de programmeerangst begon ik eindelijk een beetje kwijt te raken.

Het practicum viel niet mee, met name niet voor de tweedegraders. Wat moeten zij met een Lissajous-figuur of een paraboloid? Echter het practicum wilden ze beslist volgen, hetgeen dus enige uitleg vergt met de vraag of dat nu wel zinnig is. Jammer, daardoor is VU-Kort beslist onrecht gedaan.

WISCOM

Het kostte enige moeite Wiscom te installeren.

Het Wiscom-pakket berust op de welbekende 'Spreadsheets'. De spreadsheet is gewoon een soort rekenprogramma, vergelijkbaar met de zakrekenmachine, onontbeerlijk voor elke wiskundedocent.

De spreadsheet kan bijvoorbeeld gebruikt worden bij:

- het maken van een tabel met functiewaarden;
- het opbouwen van een formule met tussenvariabelen;
- eenvoudige statistische bewerkingen zoals: gemiddelde en standaarddeviatie;
- rijen, reeksen en limietprocessen;
- numeriek differentiëren en integreren;
- matrixbewerkingen.

Het Wiscom-project heeft geduurd van 1-8-'86 tot 1-8-'87 en is uitgevoerd door medewerkers van OW&OC.

De opdracht van Wiscom was een serie lesvoorbeelden te bedenken voor de wiskundelessen bij de door het NIVO verspreide software. De lesvoorbeelden zijn in de meeste gevallen voorzien van werkbladen, software en een docentenhandleiding.

Er zijn vier categorieën te onderscheiden, te weten:

1. Vertrouwd maken met de bediening van een al gemaakt spreadsheet.
2. Voor de bestudering van een wiskundig probleem een gemaakt spreadsheet raadplegen.

3. Zelf een spreadsheet maken en daarmee een wiskundig probleem onderzoeken.
 4. Simulatieprogramma's.
- Heel wat van de onderbouwleerkrachten hadden al hiermee gewerkt.

De laatste van de twee bijeenkomsten heb ik besteed aan 'PC-Grafiek' en 'VP-Planner'.

De cursisten vonden het prima om een probleem te krijgen, bestaande uit een tabel en een grafiek met de opdracht: 'zorg maar dat je dit op je scherm krijgt'. Je wordt zo gedwongen zelf een onbekend schijfje aan de praat te krijgen.

VU-DYNAMO

In het pakket VU-Dynamo gaat het om modelvorming, een onderwerp dat steeds meer gewicht gaat krijgen in het wiskundeonderwijs. Denk maar aan: modellen voor exponentiële en geremde groeiprocessen, prooi-roofdiersystemen uit wiskunde A.

De computer is dan een handig hulpmiddel om modellen snel door te kunnen rekenen en in dit geval kunnen de resultaten van de berekeningen overzichtelijk, onder andere grafisch, weergegeven worden.

Het zou aan te bevelen zijn in het wiskundeonderwijs meer aandacht te besteden aan modelbouw. Te denken valt hierbij aan het manipuleren met constantes gekoppeld aan onderzoek van de bijbehorende grafieken. Of zelf een model opstellen, verwerken en interpreteren van uitkomsten.

Eigenlijk typisch een onderwerp voor wiskunde A.

Om de verschillen in onder- en bovenbouw wat te kunnen vermijden besloot ik om dit te introduceren met het tekenen van grafieken van rechte lijnen en parabolen, waarna men reageerde 'dat kun je veel beter met VU-Grafiek', allicht! Mijn idee om te laten ervaren dat je hier misschien wel een heel stuk schoolwiskunde mee zou kunnen vangen werd dus niet overgenomen.

Het geheel bleef naar mijn idee ook ergens hangen. De problemen waren voor velen te moeilijk en hadden weinig tot niets met de school te maken. Dit geldt ook voor bovenbouwleerkrachten.

Na één keer ben ik hier dus maar mee gestopt.

BESLISKUNDE en LOS-OP

Elementen uit de besliskunde zoals matrixrekening en lineair programmeren maken deel uit van het examenprogramma voor wiskunde A op het vwo, in de toekomst ook van het havo-examenprogramma. Met dien verstande dat een matrix opgevat wordt als een model om situaties wiskundig mee te beschrijven. Het accent ligt op het opstellen van modellen en de interpretatie van de uitkomsten.

Er is gewerkt met drie pakketten, te weten: Linprog, Simopt, LogoMat en TSP.

Met het programma Linprog is het mogelijk LP-problemen met drie variabelen grafisch op te lossen. Daar bij modelbouw voor lineair programmeren het verta-

len van een praktijkprobleem naar een wiskundig model centraal staat, verdwijnt de algoritmische kant van de oplossingstechniek naar de achtergrond.

Met het programma Simopt kunnen de modellen verwerkt worden volgens de simplexmethode, het standaardalgoritme voor LP-problemen. Om met het programma te kunnen werken is het niet nodig te weten hoe dit algoritme werkt.

Met het programma LogoMat kunnen elementaire matrixbewerkingen eenvoudig op een functionele manier in een Logo-omgeving uitgewerkt worden. De omgeving kan nog verder uitgebreid worden waardoor verrassende toepassingen mogelijk zijn.

Met het programma TSP, 'Traveling Salesman Problem' ofwel 'Het Handelsreizigersprobleem' hebben we een klassiek netwerkprobleem uit de besliskunde te pakken. Het doel is, het netwerk op een bepaalde manier optimaal te doorlopen, rekening houdend met de aard van het probleem. Aardig is, dat geen voorkennis is vereist.

VU-Losop is een pakket, gericht op de onderbouw. Het ondersteunt leerlingen bij het leren van eerste-graads vergelijkingen en ongelijkheden. Dit programma speelt met name een rol in de fase dat de leerling een methode ontwikkelt voor het oplossen van dit type problemen.

Voor dit thema geldt eigenlijk hetzelfde als voor VU-Dynamo. Vandaar dat ik deze keer speciaal voor de onderbouw leerkrachten het pakket Losop van de VU heb kunnen ontfutselen. Met recht ontfutselen, gezien het feit dat er nog wat oneffenheden en fouten in het programma zaten. Maar het ging mij om de ideeën die erachter zitten: een leerling die verkeerd denkt komt er niet uit en moet als enig redmiddel de leerkracht om hulp vragen!

De leerkrachten die wiskunde A geven konden zich bezighouden met optimaliseringsproblemen en lineair programmeren in twee en in drie dimensies. De simplexmethode was ook slechts voor een enkeling weggelegd.

Voor de leerkrachten lbo/mavo was dit totaal vreemd, zij konden alleen werken aan het handelsreizigersprobleem. Misschien trad er ook onderhand een zekere moeheid op.

Over Losop waren de leerkrachten anoniem lovend: 'De leerlingen worden op deze manier gedwongen na te denken over de stappen die ze steeds nemen'; 'zo voorkom je automatisch handelen.'

COMPUTERALGEBRA

Sinds enkele jaren is er ook voor micro's een computeralgebrasysteem beschikbaar, Mu-Math geheten. Kennismaking met dit pakket lijkt een must voor iedere wiskundeleraar, immers directe toepassingen bij alles wat met rekenen, algebra en analyse te maken heeft, liggen voor het oprapen.

Als laatste kwam de computeralgebra aan de orde met daaruit voortvloeiend een levendige discussie over de zin van ons eigen wiskundeonderwijs. Wat zouden we ons ook druk maken over:

- bewerkingen met breuken;
- optellen/afrekken van gelijksoortige termen;
- haakjes verdrijven;
- herleiden van veeltermen;
- in factoren ontbinden;
- oplossen van vergelijkingen;
- nulpunten zoeken van grafieken van functies;
- snijpunten van lijnen vinden;
- snijpunten van lijnen en cirkels vinden;
- een matrix vermenigvuldigen met een vector;
- matrices met elkaar vermenigvuldigen;
- differentiëren;
- extreme waarden bepalen;
- integreren;
- differentiaalvergelijkingen oplossen;
- enz. enz.

Waarom zouden we zo moeilijk doen over deze zaken als het niet hoeft? Moeten we ons niet herbezinnen over de inhoud? Is de invloed hiervan vergelijkbaar met de invoering van de rekenmachine destijds? Op de TH in Delft weten ze het wel, de wiskundecursus kan eruit!

Dit waren wat reacties en gedachten over de NIVO-software. In alle bijeenkomsten kwam de beoordeling van pakketten aan de orde, maar die kwam niet echt uit de verf. De cursisten zeiden toch wel behoefte te hebben aan een vervolg, als je al die nieuwe dingen eens rustig tot je hebt kunnen laten doordringen en hebt kunnen uitproberen. De hoeveelheid informatie is eigenlijk teveel.

Er is ook behoefte aan didactiek:

- Hoe ga ik in mijn situatie met zoveel computers, zoveel leerlingen, op speciale lesuren hiermee om?
- Hoe maak ik een instructie of een les, inhoudelijk en/of praktisch?
- Op welk moment in mijn lessenserie schakel ik de computer in?
- Hoe evalueer ik deze lessen?

Kortom, genoeg vragen.

Met erg veel plezier heb ik deze nascholingscursus gedaan. Het is prettig om samen te leren, ook van elkaars ervaringen. Wat heb ik staan tobben met het netwerk, de vloerschildpad en het mooie scherm, dat projecteert wat op het computerscherm staat! Maar ik ben nu eenmaal niet technisch en dat kan me niets schelen!