

ZAKREKENMACHINES IN HET BASISONDERWIJS

H. Sissing, Scholengemeenschap Capelle a/d IJssel

J. van den Brink, OW & OC

INLEIDING

Dit artikel bestaat uit drie gedeelten:

- a. Een verslag van de onderzoekssituatie in de Verenigde Staten rondom de zakrekenmachines;
- b. Voortgezet onderzoek aan de vakgroep OW & OC in Utrecht;
- c. Een praktijkvoorbeeld uit dat laatste onderzoek.

LITERATUURONDERZOEK

In dit gedeelte geven we U een overzicht van onderzoek naar het gebruik van de zakrekenmachine op de elementary school in de Verenigde Staten. Door vele Amerikaanse auteurs wordt opgemerkt dat de beschikbaarheid van rekenmachines een geweldige invloed zal hebben op de samenleving. Een in de vakbladen vaak geciteerde uitspraak over dit verschijnsel komt uit een artikel van Mc. Whorter (1975) in de Scientific American: 'For millions of people everyday arithmetic will never be the same.' Maar ook schoolkinderen komen in het bezit van deze apparaten. Op de Shawnee Mission Public Schools in Kansas City is door Terry Parks nagegaan welk percentage van de elementary school - kinderen de beschikking heeft over een rekenapparaat. Een onderscheid is gemaakt in het bezitten en beschikbaar hebben van een zakrekenmachine.

		bezit	beschikbaar	
maart	1975	5.6	46	
februari	1977	22.5	65.7	N=22000

Geconcludeerd kan worden dat in twee jaar tijd het bezit van een zakrekenmachine verviervoudigd is.

Max Bell van de universiteit van Chicago merkt over de intrede van de zakrekenmachine in de Amerikaanse school op dat het eerste hiervan te verwachten effect een levendige controverse zal doen ontstaan over de vraag hoeveel invloed de rekenmachine moet krijgen op de elementary school. Hij heeft zich niet vergist. Vele artikelen verschijnen waarin de auteurs hun mening geven over de voor- en nadelen van het zakrekenmachine-gebruik.

Vooral naar het artikel van Shumway wordt door andere auteurs verwezen. De schrijver geeft hierin een overzicht van de pro's en contra's rond het zakrekenmachine-gebruik. Wij zullen enkele van de gesignaleerde pro's noemen:

1. Pen en papier algoritmen voor de hoofdbewerkingen zijn niet langer noodzakelijk. De algoritmen van de zakrekenmachine zijn het effectiefst en accuraatst;
2. Reken/wiskunde-opgaven zullen realistischer worden: we zijn niet langer afhankelijk van mooie ronde getallen;
3. Zakrekenmachines zijn leuk;
4. Het gebruik van de zakrekenmachine vereenvoudigt het getalbegrip;
5. Er hoeft minder geoefend te worden;
6. Zakrekenmachines kunnen gebruikt worden om het oplossen van problemen te vereenvoudigen;
7. Het gebruik van de zakrekenmachine benadrukt wanneer en welke bewerking moet worden gebruikt, in plaats van de nadruk die nu ligt op het hoe van de pen en papier algoritmen;
8. Nieuwe onderwerpen kunnen worden geïntroduceerd.

Een aantal contra's zijn:

1. Het gebruik van zakrekenmachines zal de motivatie voor het leren van de basisvaardigheden te niet doen;
2. Zakrekenmachines zijn met name ongeschikt voor kinderen met leerproblemen;
3. Het gebruik van zakrekenmachines vermindert het vermogen van de leerlingen om fouten te ontdekken;
4. Afhankelijkheid van batterijen voor het uitvoeren van rekenkundige bewerkingen is belachelijk.

Zo'n goed - slecht dichotomie is onder andere volgens Max Bell veel te simplistisch. De vraag is niet of we de rekenmachines zullen gebruiken of niet: waar het om gaat is de beantwoording van de vragen:

- met wie ? - op welke wijze ?
- wanneer ? - voor welke doelen ?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden heeft men in de Verenigde Staten conferenties gehouden, artikelen geschreven en onderzoek verricht.

De N.C.T.M. (National Council of Teachers of Mathematics) Bestudeerde de plaats van de rekenmachine in het wiskundecurriculum en kwam in 1974 tot onder andere de volgende uitspraak over het gebruik van de zakrekenmachine in het onderwijs.

'With de decrease in cost of the minicalculator, its accessibility to students at all levels is increasing rapidly. Mathematics teachers should recognize the potential contribution of this calculator as a valuable instructional aid. In the classroom, the minicalculator should be used in imaginative ways to reinforce learning and to motivate the learner as he becomes proficient in mathematics.'

In 1976 werd er door de NSF (National Science Foundation) en NIE (National Institutes of Education) een conferentie gehouden over zakrekenmachines om gegevens te verzamelen over onderzoek en curriculumontwikkelingen. Deze conferentie heeft een veel geciteerd rapport opgeleverd: Report of the Conference on Needed Research en Development on Hand-Held Calculators in School Mathematics. Het rapport bevat enkele ook voor de Nederlandse situatie interessante uitspraken en aanbevelingen:

- In verband met de relatie school - samenleving wordt gesteld dat duidelijk gemaakt moet worden dat niemand de intentie heeft om de rekenmachines al het cijferwerk te laten overnemen. Wij sluiten ons bij deze uitspraak aan.
- Het goed gebruik kunnen maken van een zakrekenmachine vereist volgens de samenstellers van het rapport dat leerlingen kunnen schatten en een grondig begrip hebben van het getalsysteem.
- De vraag welke vaardigheden de leerlingen ondanks het gebruik van de zakrekenmachine moeten blijven beheersen, moet volgens het rapport beantwoord worden met:
 1. Vaardigheid om ééncijferige getallen bijna automatisch te vermenigvuldigen en op te tellen; in de toelichting bij deze stellingname wordt gewezen op de relatie van deze vaardigheid met schatten;
 2. Een goed ontwikkeld begrip van het getalsysteem inclusief het lezen en schrijven van grote gehele en decimale getallen;
 3. Goed begrip van de verschillende betekenissen en notatiewijzen van breuken; in de toelichting wordt opgemerkt dat er meer nadruk zal komen te liggen op de notatie van de decimale breuken en dat de kennis van gewone breukbegrippen essentieel blijft;
 4. Ervaring met algoritmen. Gesteld wordt dat men niet noodzakelijkerwijs aan de tot nu toe gebruikte algoritmen moet vasthouden. (zie ook Schmalz, 1978).

Het conferentierapport bevat verder nog 22 aanbevelingen, waarvan er zeven een uitspraak doen over het ontwikkelen van een curriculum.

Leerplannen

Bij de gedachten vorming over de inhoud en omvang van het reken/wiskunde-curriculum in het licht van het zakrekenmachine-gebruik kunnen wij in ieder geval onderscheiden:

1. integratierichting;
2. reductierichting.

De integratierichting gaat er van uit dat alleen daar waar het bestaande rekenonderwijs kan worden geoptimaliseerd op onderdelen als duidelijkheid, inzichtelijkheid, motivatie en dergelijke gebruik gemaakt zal worden van de zakrekenmachine.

De andere richting wil veranderingen, soms verregaande, aanbrengen in het curriculum. Zij stelt zich niet tevreden met optimalisering van het bestaande, maar wenst reducering.

Een van de aanhangers van deze laatste richting is G.H. Wheatley. In het artikel 'Calculators in the classroom: a proposal for curricular change' stelt deze voor:

1. we shift from a computationally based curriculum to a conceptually oriented curriculum using the calculator as an instructional tool;
2. eliminate the teaching of complex computations in the elementary school.

Veel numeriek onderzoek is er verricht in de Verenigde Staten. Douglas Shult deelt het onderzoek als volgt in:

1. effecten van de zakrekenmachine op prestaties, attitude en rekenkundige vaardigheden. In deze categorie wordt onderscheiden het onderzoek dat plaatsvindt met deskcalculators en dat met hand-held calculators.
2. effecten van de zakrekenmachine op het oplossen van redactiesommen.

Om de gegevens van al dit onderzoek te verzamelen, te inventariseren en te verspreiden heeft men in de Verenigde Staten een door de regering gesubsidiëerd centrum opgericht: het Calculator Information Center aan de Ohio State University. Het centrum geeft informatiebulletins en overzichtslijsten uit over onderwerpen als het kiezen van een zakrekenmachine, zakrekenmachine-toepassingen en gegevens over onderzoek naar zakrekenmachine-gebruik.

Uit verschillende onderzoeken blijkt in ieder geval dat rekenmachines kinderen motiveren. Het is echter te betreuren dat in het onderzoek de leerling ver buiten beeld blijft. Ze zijn alleen terug te vinden als cijfermateriaal. Protocol- en ontwikkelingsonderzoek is een nodige aanvulling.

ONDERZOEK BIJ OW & OC

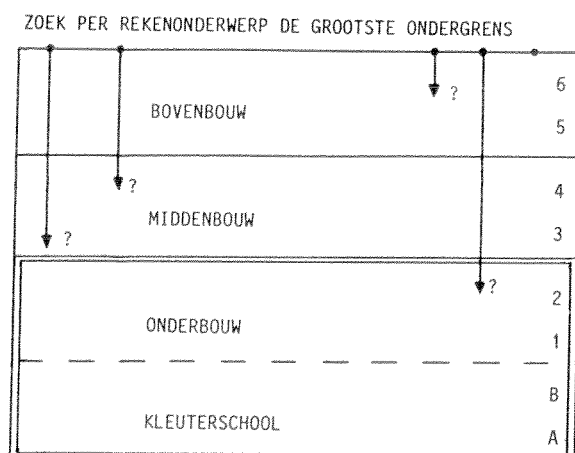
Vroeger onderzoek dat op de vakgroep OW & OC werd verricht en dat voornamelijk betrekking had op de rol die de zakrekenmachine kan spelen in de kleuterschool en onderbouw werd met een aantal bevindingen afgesloten. Eén van de conclusies was, dat het in de onderbouw niet mogelijk is om tot zinvol rekenen te komen door uitsluitend van de rekenmachine gebruik te maken.

In het vervolgonderzoek wordt met de kinderen nader ingegaan op de verschillen tussen het gewone rekenen en het rekenen van de rekenmachine.

onderzoeksopzet

Na de vaststelling dat zinvol gebruik van de rekenmachine in de onderbouw door veel lacunes in de rekenkennis moeilijk te realiseren is, is het onderzoek in de midden- en bovenbouw gestart.

Per rekenmachine-onderwerp wordt vanaf de zesde klas tot aan de onderbouw de haalbaarheid onderzocht. Schematisch zou je het zo voor kunnen stellen: Een ondergrens voor het gebruik van de rekenmachine is bekend (namelijk de onderbouw); het is nu de bedoeling de grootste ondergrens voor elk onderwerp te bepalen.



In deze opzet worden lessen bedacht rond de rekenmachine en gegeven in klas zes, vijf en vier. De videocamera wordt daarbij onder de arm in de aanslag gehouden en beelden worden opgenomen als die van belang worden geacht. (1)

Tezamen met de onderwijzers van klas zes, vijf en vier worden mogelijke vervolglussen besproken en mogelijke verbanden met het gewone rekenen. Tevens worden de opnamen bekeken en geanalyseerd op leerlingengedrag.

EEN VOORBEELD

Het ligt voor de hand om kinderen verbanden te laten zoeken tussen hun gewone rekenen en het rekenen van de rekenmachine. Of beter: naar verschillen daartussen. Daarover gingen de eerste lessen.

De kinderen van klas zes, vijf en vier (er zijn twee zesde klassen) werd gevraagd een zakrekenmachine van huis mee te nemen. Op die manier zouden we een groot aantal verschillendsoortige machines tot onze beschikking krijgen. Maar dat was juist mijn (JvdB) bedoeling. (2)

In de beide zesde klassen bleek dat iedere leerling een rekenmachine had en in de vijfde klas hadden 21 van de 25 leerlingen er één meegenomen. In de vierde klas hadden slechts 4 van de 26 kinderen een zakrekenmachine bij zich, maar dat kwam weer omdat velen vergeten waren hem mee te nemen. Van de 26 vierde klassers hadden er 15 een rekenmachine thuis.

Ik had zelf twee machines bij me - je bent tenslotte onderwijzer.

We konden dus van start: eerst in klas zes, dan vijf en tenslotte vier.

'Weet je dat een sommetje op de ene machine een ander antwoord kan geven dan op een andere machine?' vraag ik. 'Probeer maar eens: $2 + 2 = = =$ '.

Sabine vindt 8 op haar machine, Frank en Roy 4. Toch is er geen échte verbazing.

'Dat is toch vreemd. Probeer deze eens: $1 + 2 \times 3 =$ '.

Ieder in de klas vindt 9 op zijn machine. Maar niemand is verbaasd.

'Dan moet uit deze: $2 \times 3 + 1 =$ ook 9 komen. Probeer eens.'

Nu vindt iedereen 7.

'Vind je dat niet gek?' vraag ik. 'Nee', zegt Benjamin en Roy legt voor het bord uit hoe het komt: $1 + 2 \times 3 = (1 + 2) \times 3 = 9$
 $2 \times 3 + 1 = (2 \times 3) + 1 = 7.$

theoretische opmerkingen

Uit deze en andere observaties kunnen we aanzetten tot een theorie rond het gebruik van de rekenmachine formuleren.

We noemen hier puntsgewijs gedragingen van kinderen uit klas zes, vijf en vier in de loop van de lessen.

- a. Het mentale rekenen wordt gebruikt om het rekenen van de machine te verklaren. Dat machinerekenen is veel eenvoudiger dan het gewone rekenen: alle operaties worden door de meeste machines van links naar rechts uitgevoerd; lineair, zonder sprongen. De verklaringen voor de verschillen worden daarom vlot door alle kinderen vanaf de vierde klas ingezien. Het is een goede oefening van hun eigen rekenen, dat op zich veel complexer is.
- b. Heel verrassend is het feit, dat kinderen hun eigen rekenen niet superieur stellen aan dat van de machine. Daardoor ontbreekt de verbazing in klas vier dat er twee verschillende uitkomsten voor één som zijn. En dat terwijl in klas vijf en zes die verbazing pas in de tweede les ontstaat (overigens om verschillende redenen). Maar het conflict is hiermee geboren: de rekenmachine past niet in het gewone rekenen.
- c. Door de confrontatie van het eigen rekenen met dat van de rekenmachine realiseert de leerling zich hoe de rekenmachine werkt en kan hij het met zijn eigen rekenen verklaren. Er ligt hier een constructief element.
- d. Vanuit het verschil in rekenen tussen de machines onderling en ten opzichte van het gewone rekenen én vanuit de opvatting dat elke soort rekenen procedureel gelijkwaardig is, komen de kinderen met allerlei middelen om de machine zó te laten werken als zij dat willen. Regels als 'Meneer Van Dalen' blijken slechts één van de mogelijke afspraken te zijn en zeker geen dogma. Het gaat er om dat de kinderen met verstand de machine gebruiken in het gewone rekenen. Hoe kun je de rekenmachine naar je hand zetten ?
- e. Allerlei facetten die uit het onderbouw-onderzoek bekend zijn, steken ook hier de kop op:
- het 'wilde uitproberen', vooral in de vierde klas. In klas drie, vijf en zes is dat veel minder het geval.
 - grote sliertsommen maken, zo groot dat ze niet meer zijn te begrijpen.
 - grote interesse voor hoe de machine werkt, hoe hij rekent.
 - de rekenmachine kan geen fouten maken. Dit is een belangrijk standpunt waarop deze lessencyclus berustte.
 - de kennis van het gewone rekenen dient vooraf te gaan aan het zinvol werken met de rekenmachine.

NOTEN

1. Dit lijkt ons een observatievorm geschikt voor a.s. onderwijzers: meekijken de klas in, vanuit het standpunt van de onderwijzer voor het bord. Maar er zijn ook andere voordelen. Een probleem bij video-opname is, dat je niet weet dat er een geschikt moment aankomt dat zeker moet worden vastgelegd. Door nu onderwijzer-cameraman te zijn kun je de klas nog eens hetzelfde moment laten produceren ('Wat zei je?', 'Hoe bedoel je dat?' zijn geschikte vragen daartoe).
2. Er zijn rekenmethoden die om 'didactische' redenen voor elke leerling één en dezelfde machine voorschrijven. Zelfs in het voortgezet onderwijs in men die mening vaak toegedaan, zij het om verkapte financiële redenen. De grote verscheidenheid van machines in een klas is echter een natuurlijk gegeven en het is verstandig daarvan gebruik te maken in plaats van het te verzwijgen. We moeten onderwijs maken dat op die verscheidenheid aansluit.

LITERATUUR

- Carpenter, T.P. e.a.: Calculators in testing situations: results and implications from National Assessment. In: The Arithmetic Teacher, 1981, p. 34-37.
- Litwiller, B.H. en Duncan, D.R.: Calculations you would never make without a minicalculator. In: The Mathematics Teacher, 1977, p. 654-656.
- Maor, E.: The pocket calculator as a teaching aid. In: The Arithmetic Teacher, 1976, p. 471-475.
- Moursund, D.: Calculators in the classroom, New York, 1981.
- O'Neill, D.R. en Jensen, R.: Let's do it; Let's use calculators. In: The Arithmetic Teacher, 1978, p. 24-26.
- Reiling, M.J. en Boardman, G.R.: The hand-held calculator is here: Where are the policy guidelines. In: The Elementary School Journal, 1979, p. 293-296.
- Rudnick, J.A. en Krulik, S.: The minicalculator, friend or foe? In: The Arithmetic Teacher, 1976, p. 654-656.
- Scandura, A.M. e.a.: Using electronic calculators with elementary school children. In: Educational Technology, 1976, p. 14-18.
- Schmalz, R.S.P.: Calculators: What difference will they make? In: The Arithmetic Teacher, 1978, p. 46-47.
- Shult, D.L.: A review of research of calculator effects on mathematical abilities. In: Moursund, D.: Calculators in the classroom, New York, 1981, p. 184-191.
- Shumway, R.J.: Hand Calculators: Where do you stand? In: The Arithmetic Teacher, 1976, p. 569-572.
- Sissing, H.: Invloed van de zakrekenmachine op het oplossen van contextopgaven. In: Willem Bartjens 4, 1984/1985, 1, p. 27-29.
- Usiskin, Z. en Bell, M.: Calculators and School Arithmetic: some perspectives, Fine Report for N.S.F. Grant, 1976 (ED127205).
- Wheatley, G.H. e.a.: Calculators in Elementary Schools. In: The Arithmetic Teacher, 1979, p. 18-21.
- Wheatley, G.H.: Calculators in the classroom: A proposal for curricular change. In: The Arithmetic Teacher, 1980, p. 37-39.
- Whorter, M. en Eugene, W.: The small electronic calculator. In: Scientific American 234, 1978, p. 88-98.
- : Report of the Conference on Needed Research and Development on Hand-Held Calculators, School Mathematics, 1976 (ED 139665).