

Zakrekenmachine

Een kwalitatief onderzoek; deel 3.

F.J. van den Brink
OW & OC, R.U. Utrecht

Summary

Handheld calculators and qualitative research in teaching.

The research reported in the present and previous issues (see: Nieuwe Wiskrant nr. 1 and nr. 2, 1981) deals with the use of handheld calculators by kindergarden and elementary school children.

It is three kinds of research:

- 1. Research on ideas of children about calculators and about their use of the calculators.*
- 2. Research on dialogues in groups of two children during their use of the calculator for a certain subject.*
- 3. Research on the use of calculators in real class situations.*

The aim of the research is: recommendations for instructions with calculators based on the use of handheld calculators by children.

Besides towards the children's behaviour the study is directed towards some mathematical subjects, didactical situations and principles that can be important for the instruction of the calculator.

In the present issue the "expert cycle" comes up for discussion. To organize dialogues in that special way children are in better condition to teach their class-fellows the use of the calculator than without the expert cycle.

Inleiding

Zoals in het eerste artikel al is opgemerkt, bestaat ons onderzoek uit drie fasen:

1. *Denkbeelden* van kinderen achterhalen over de rekenmachine en hun handelen ermee.
2. *Dialogen* tussen kinderen onderzoeken.
3. *Klassesituaties* bekijken.

Deze fasering is gekozen om vanuit het gedrag van kinderen aanwijzingen te krijgen voor het onderwijs met de rekenmachine.

De eerste periode (kinderlijke denkbeelden) is beschreven in de voorgaande twee artikelen. Nu zijn de dialogen aan de beurt. Dit zal echter niet zo'n afgerond hoofdstuk worden als de beschrijving van de eerste fase. Uit gesprekken tussen twee kinderen over en met de rekenmachine hebben we getracht onderwijsvormen te vinden voor classesituaties. Zo'n onderzoek is nooit volledig af te ronden, omdat steeds nieuwe ideeën ontstaan over hoe je de rekenmachine in je onderwijs zou kunnen gebruiken en vooral omdat de inhoudelijke onderwerpen die op de machine worden uitgevoerd de onderwijsvorm sterk beïnvloeden.

U mag dus niet verwachten dat het hoofdstuk over dialogen een afgerond geheel wordt. Het zal meer suggesties aandragen die in de klas uitgeprobeerd kunnen worden. Daar was het ook voor bedoeld.

Tot het ontstaan van deze tweede fase hebben de denkbeelden (onderzocht in de eerste fase) sterk bijgedragen. Op dit verband gaan we eerst nader in.

Van kinderlijke denkbeelden naar dialogen

Vanuit de typische geaardheid die kinderen bij het gebruik van de rekenmachine aan de dag leggen (zie deel 2), hebben we onderwerpen gevonden die daarop aansluiten en die voor het onderwijs met de rekenmachine van belang kunnen zijn.

We noemen van die geaardheid:

- Het feit dat alle kinderen *de automaat* in de rekenmachine willen kennen:

Hoe werkt hij? Hoe moet ik ermee omgaan?

Daarop sluiten didactische werkvormen aan zoals:

- handleidingen schrijven, lezen en bekritisieren;
- het programmeren van de rekenmachine voor bijvoorbeeld de tafel van drie;
- de z.g. deskundigencyclus toepassen in de klas, d.w.z. om de beurt is een leerling rekenmeester of rekenjuf die een andere leerling vertelt hoe de machine gehanteerd moet worden.

- Een tweede geaardheid was het *wilde, ongebreidelde uitproberen* van de machine door elke leerling die zonder voorbereiding een rekenmachine in handen krijgt.

Ook hier is de deskundigencyclus goed te gebruiken om de leerling in zijn onderzoek van de machine te begeleiden.

Anderzijds is het wilde uitproberen aanleiding om "opgave-met-avontuur" te geven zoals bijvoorbeeld sommen met grote getallen.

- Als derde geaardheid noemen we de *onnauwkeurigheid* waarmee kinderen te werk gaan en die typisch is voor het hanteren van de rekenmachine, maar die zeer demotiverend kan werken.

- Hier tegen zijn verschillende middelen ontdekt:
- we noemen weer de handleidingen die door kinderen geschreven worden;
 - het dicteren van opgaven aan elkaar (getallectee bijv.);
 - het praten tegen jezelf om achter de fout te komen.

- De vierde geaardheid van kinderen die we hier noemen is *het rijen getallen maken*. Deze geaardheid heeft o.a. een functie om onnauwkeurigheden op te vangen.

Bij het maken van rijen kijkt de leerling namelijk altijd naar het venster en ziet wat er gebeurt. Gewoonlijk controleert een leerling niet systematisch op het venster of hij geen drukfouten maakt. Belangrijker achten we echter dat het "rijen maken" van pas komt bij dynamische problemen die op de rekenmachine mogelijk zijn.

Denk aan:

- snel groeiende getallen;
- herhaald optellen versus vermenigvuldigen;
- het springen over de getallenlijn.

Het zal met deze voorbeelden duidelijk zijn dat het onderzoek van de kinderlijke denkbeelden tot geschikte onderwerpen kon leiden voor het onderwijs met de rekenmachine. Deze onderwerpen zijn in dialogen tussen twee kinderen verder onderzocht.

Dialogen

In deze fase van onderzoek zijn verschillende onderwerpen aan de orde gekomen.

We noemen het onderzoek van:

- de deskundigencyclus waarop we in deze aflevering uitgebreid zullen ingaan;
- het programmeren van de rekenmachine;
- de plaats van de handleidingen binnen het onderwijs met de rekenmachine;
- het onderzoek van rekenonderwerpen zoals: kommagetallen, stipsommen, plaatswaarde, grote getallen, alle met betrekking tot de rekenmachine.

We kunnen hier niet alle onderwerpen de revue laten passeren. Volgende afleveringen zullen ook over dialogen handelen.

Deskundigencyclus

Als eerste onderwerp bespreken we hier de reeds eerder genoemde deskundigencyclus, een onderwijsvorm die een *ongelijkwaardig* gesprek tussen leerlingen beoogt.

Eén van de leerlingen benoemt je tot rekenjuf of -meester. Zij of hij wordt deskundig om de rekenmachine bij een bepaald onderwerp te gebruiken en krijgt als taak een medeleerling ook deskundig te maken. Deze neemt, op zijn beurt, het meesterschap op zich. Op deze wijze zal na enige tijd de hele klas deskundig zijn om een bepaald onderwerp op de rekenmachine uit te werken.

Er zijn natuurlijk rond deze constructie een aantal onderzoeksvragen te formuleren.

- We zijn erg geïnteresseerd naar de problemen die de "rekenjuf" of "-meester" bij haar of zijn taak ontmoet en hoe we die kunnen oplossen, m.a.w. welke *didactische problematiek* bestaat er?

- Voorts vragen we ons af of de deskundigencyclus niet alleen in klas 2, maar bijv. ook in de kleuterschool kan worden gebruikt. Kortom, is de werkvorm *leeftijdafhankelijk*?
- En tenslotte zoeken we naar *onderwerpen* die geschikt zijn om gebruikt te worden bij de deskundigencyclus. Het zal blijken dat die aan bepaalde criteria moeten voldoen. De opgaven mogen bijvoorbeeld niet te gemakkelijk zijn.

Didactische problematiek

In het vorige artikel is al opgemerkt dat *twee of meer "leerlingen"* een situatie oplevert voor *één* rekenmachinejuf die niet te controleren is. Het vrije en wilde uitproberen slaat dan toe.

De stelregel "Drie is te veel" is hier op zijn plaats. Een ander interessant punt is de vraag op welke wijze kinderen elkaar deskundig maken. Hoe pakt de deskundige zijn "leerling" aan? Waar let hij op en waarop niet? Kunnen we hem instructie geven in zijn onderwijstaak? Welke fouten maakt zijn "leerling"?

We namen de proef met tien tweede klassers in november. Ik neem steeds koppels van twee kinderen apart. Eén van de kinderen is "deskundig". Ik noteer hoe de dialoog tussen de kinderen verloopt en help hen soms door aan de deskundige didactische hints te geven.

Hier volgt een stukje van de cyclus:

.....
"Als je schoon moet", zegt 'deskundige' Natali (8;0) van het tweede koppel tegen 'leerling' Lisette (7;4), "moet je de C indrukken. 'Erbij', dan hier die blauwe (+); 'eraf', dan moet je ergens een rode knop (-) zoeken". Natali vertelt alleen, doet niets voor, vraagt niet iets uit te voeren. "Geef eens een sommetje op", stel ik haar voor.

.....
*Als Lisette zelf de deskundige is en aan Sabine (7;9) moet vertellen hoe ze de machine moet hanteren, zegt ze: "Dat weet ik eigenlijk niet meer. Dat is moeilijk". Ze komt niet zelf tot onderwijs. "Wat moet je Sabine vertellen?" vraag ik haar. En Lisette zegt: "Je kan een sommetje maken, bijv. 7 erbij 6 is"
 Nu pas komt ze los met het laatste dat ze van Natali leerde.*

.....
Sabine gaat op haar beurt direct van start. Ze zegt tegen Tamare (7;5), haar "leerling": "Als je bijv. een sommetje $1 + 1 = 2$ maakt, dan druk je dit aan". Ze wijst alleen de knoppen aan. "Wil je het niet hebben, dan de C. Dan heb je nog de 'min' (-), de 'is' (=) en die (÷) en de 'keer' (×). Snap je het nu?"

Het zal duidelijk zijn dat de deskundigen soms beter hun uitleg van de rekenmachine *aan de hand van opgaven* kunnen geven. Maar er zijn ook andere hints. Bekijk u maar eens het volgende algemene overzicht van de cyclus met de tien tweedeklassers.

Nummer van het paar	Inleiding van de deskundige		Didactische hints
	voorbeeldsommetjes die ter sprake kwamen	presentatie van de deskundige	
1	$10 - 9 =$; $20 - 16 =$ $10 - 8 =$; $5 + 6 =$	Geeft sommen op en doet alle sommen zelf voor. De leerling kijkt toe.	Jij moet alleen <i>dicteren</i> wat de leerling moet <i>doen</i> op de rekenmachine.
2	$7 + 5 =$	Geeft geen sommen. Beschrijft de toetsen (kleur), doet niets voor, vraagt niet om iets uit te voeren. (Natali)	Geef eens een sommetje ($7 + 5 =$)
3	$7 + 6 =$; $9 + 3 =$	Komt niet zelf tot onderwijs. (Lisette)	Geef eens een sommetje ($7 + 6 =$) Let op wat je leerling doet. Geef een <i>andere</i> som (andere operatie).
4	$1 + 1 = 2$; $5 + 9 =$	Begint met het sommetje $1 + 1 = 2$; legt het uit. (Sabine) Varieert niet zelf.	Let op wat je leerling doet.
5	$7 + 27 =$; $21 + 70 =$ $1 + 17 =$; $27 + 29 =$	Geeft veel te moeilijke sommen op, die niet te controleren zijn.	Let op wat je leerling doet.
6	$89 + 1 =$; $12 + 35 =$ $7 + 4 =$; $1 + 9 =$ $8 + 9 =$;	Geeft sommetjes op met controlelemogelijkheid. Dicteert zelf; de leerling voert het uit op de machine.	
7	$7 + 4 =$ $1 + 9 =$ $8 + 9 =$	Geeft een som op en voert die tegelijk op de eigen machine uit, samen met de leerling die zelf een machine heeft.	De leerling mag vragen stellen.
8	$7 + 6 =$ $88 + 3 =$ $106 + 10 =$	Geeft sommetjes op. De leerling hanteert de rekenmachine. De deskundige begeleidt al pratend.	
9	$1 + 5 =$; $2 \div 1 =$; $3 - 2 =$; $4 \times 4 =$; $5 \times 5 =$; $6 \times 9 =$	Maakt al dicterend zelf de sommetjes met de leerling mee op de eigen machine.	Schrijf de sommetjes op papier.

Didactische hints

De didactische hints die ik aan de deskundige moest geven, waren:

- "Jij moet alleen vertellen wat je 'leerling' moet uitvoeren".
Vaak mogen de leerlingen alleen maar kijken hoe de deskundige alles zelf doet.
 - "Geef eens een sommetje op dat de leerling moet maken".
Soms wordt alleen een uiterlijke beschrijving van de toetsen gegeven en er wordt niet op het gebruik door de leerling aangestuurd.
 - "Je moet goed controleren wat je leerling uitvoert op de machine".
Vaak weet de deskundige niet wat zijn leerling precies deed.
 - "Doe eens een andere opgave".
Dikwijls worden alleen optelopgaven gegeven. Varieer in de operaties.
- Didactische hints die de kinderen zelf vonden, waren:
- De deskundige doet het vóór op de machine van de leerling of op die van hemzelf. Daarna voert de leerling het uit.
 - De 'leerling' moet vragen stellen aan de 'deskundige'.
 - De te maken opgaven moeten worden opgeschreven.
 - Wijs de deskundigen ook op *veel voorkomende fouten* die hun leerlingen kunnen maken:
 - vergeten van een cijfer of vergeten om de \equiv toets in te drukken.
Vb. $\square + 9 = \equiv$ in plaats van $\square 5 + 9 = \equiv$
levert 18 op (2×9) i.p.v. 14.
 - dubbel indrukken van toetsen.
 - omkering van cijfers.
Vb. 61 i.p.v. 16.
 - In aansluiting hierop kan de deskundige een *rolwisseling* voorstellen. Als de deskundige zich een opgave laat dicteren door zijn leerling, ontdekt hij vanzelf de fouten die zijn leerling maakt.

● Op welke leeftijd en met welke onderwerpen?

We vroegen ons af of de deskundigencyclus als werkvorm ook bij kleuters is te hanteren. Worden opgaven dóórverteld aan de volgende kleuter of worden andere opgaven verzonnen?

Welke opgaven zijn een lang leven beschoren en welke moet je beslist als beginopgave geven?

Hieronder volgt de beschrijving van de deskundigencyclus van de kleuters Martin, Tigo, John, Cindy en Robert.

Martin en Tigo is het eerste paar.

De eerstgenoemde leerling per koppel is steeds de deskundige. Beide kinderen hebben *elk* een rekenmachine. Ik instrueer Martin eerst zelf.

Ik en Martin (6;5)

I: "Straks ben jij de meester en vertel je aan Tigo hoe je het moet doen. Dus let goed op. Eén en één is?" (Ik druk $1 + 1 =$ in op mijn machine).

M: "Twee" en hij drukt direct 2 in op zijn rekenmachine.

I: "Dat heb ik ook."

M: "Ik snap het niet, want jij hebt toch geen twee ingedrukt?" (Ik drukte $1 + 1 =$ in en hij: 2). We vergelijken zijn en mijn 'methode' met opgave $1 + 2 =$; ik op de machine, M. bedenkt weer het antwoord en drukt dat in.

Martin en Tigo (6;2)

M: "Hoeveel is één plus één?" (M. drukt $1 + 1$ in, maar vergeet de $=$).

T: weet het niet.

"Druk dan op de 2" raadt M. hem aan.

T: doet dat.

M. geeft een nieuwe som op: " $1 + 3 =$ "

T. raadt: "Vijf? Zes? Vier?"

Martin voert het uit op zijn machine: $1 + 3 =$. Tigo drukt alleen op de 4.

M: "Hoeveel is 9 plus 8?" (Martin drukt zelf $9 + 8 =$ in).

T: "Dat weet ik niet." (Hij heeft blijkbaar het idee eerst alles zelf te moeten uitrekenen).

M: "Vlak bij de 10, jòh" (Martin ziet 17 op zijn venster staan).

T: "12?"

M: "Iets meer."

T: "20?"

M: "Iets weiniger"

T: "11." (ten opzichte van zijn eerdere antwoord 12 is 11 minder).

M: "Nee, 17." (M. geeft dan maar het antwoord).

T: "Waar moet ik nu op drukken?" (Hij zoekt naar toets 17).

M: " $9 + 8 =$ " (en wijst de knoppen aan die T. moet indrukken).

Tigo en John (5;6)

T: "Ik weet een hele moeilijke som: 12. Die staat er niet op". (Er is geen toets 12 te bekennen, net zo min als toets 17 van daarnet). Dan geeft hij John de opdracht: "7 plus 7. Wat is dat?"

(T. wil dat J. het uit het hoofd uitrekent).

J: "Weet ik niet."

T: kijkt naar zijn venster. Er staat een 7 want hij is vergeten de \equiv toets in te drukken.

"Ik weet het ook niet".

J: "Ik heb nul". (John heeft alleen zijn machine aangezet).

T: "Ja dat is nul. Je hebt nog niets ingedrukt, maar ik weet niet meer hoe het moet". (Hij heeft blijkbaar niet goed opgelet bij Martin).

J: "Ik weet het wel" (en hij drukt op de uitknop: zijn nul verdwijnt nu).

"t Is net een typemachine. Je moet er op typen".

(Je kunt John nog niet echt deskundig noemen, maar we roepen toch Cindy op dit moment).

John en Cindy (5;8)

J. geeft een som op: "Plus 6 en plus 1", maar Cindy weet niet wat ze daarmee aan moet. "Op de 6 moet je drukken", zegt John.

I. Ik geef nu zelf een rijtje getallen op: 4, 5, 6. Ze maken dat beiden. Rijen zijn gemakkelijker dan sommetjes.

"Waar zijn die blauwe knopjes voor?" (operatie toetsen) wil Cindy weten.

"Die zwarte moet je doen" zegt John geïrriteerd en hij maakt: 66666666.

"Dat moet jij ook doen". (De zwarte toetsen zijn de cijferoetsen).

Ze maken nu rijtjes cijfers en overleggen met elkaar welk rijtje ze zullen maken: 77777777, 11111111.

C: "Ik ga even de zesjes doen".

J. glijdt met z'n vinger over de rij 963 en krijgt: 93939399. Hij heeft duidelijk niet meer de leiding. Het onderwerp 'rijtjes cijfers indrukken' is te gemakkelijk om nog van deskundige en niet-deskundige te spreken.

Cindy en Robert (5;10)

C: "Doe het maar met die zwarte knopjes: zes plus zes is?" (Ze telt haar vingers af).

R. zegt: "4". Cindy wordt kwaad omdat Robert het fout uitrekent.

C: "Je moet het toch leren. John heeft het me ook geleerd. Ik weet het wel: 12. Maar ik weet niet hoe die eruit ziet". (Ik zeg dat 12: "één en twee" is.)

C. gaat nu verder met een ander onderwerp: rijtjes cijfers. (Ze houdt dezelfde volgorde in onderwerpen aan als in het vorige gesprek). "Druk maar 123".

R. maakt 12744100. Hij houdt zijn vinger op de toets gedrukt.

C: "Iedere keer moet je je vinger er afhalen en weer drukken" legt C. uit. Ze maken nu rijtjes enen tweeën enz.

C. maakt 963.25871; ze pakt nu zelfs de vinger van R. en drukt er mee de rij 96385271 in. Tenslotte dicteert ze per toets: 54478883.

R. doet dat goed.

Conclusies

– Uit dit verslag blijkt dat de *soort opgaven gehandhaafd* blijft binnen de cyclus: alle kinderen begonnen met een optelling, ofschoon het niet steeds dezelfde som was.

– Bij John en Cindy voer ik het maken van rijen cijfers in. Dit is voor kleuters een eenvoudiger oefening dan het maken van sommen. Hiermee vervalt duidelijk de invloed van de deskundigheid: elk kind kan rijen maken.

Te eenvoudige opgaven zijn voor de deskundigen-cyclus *niet geschikt*. Een voordeel van dergelijke opgaven is wel dat er flink gevarieerd wordt.

– De werking van de rekenmachine is kleuters niet duidelijk. Hij wordt niet als reken- maar als *type-machine* gebruikt.

We mogen de conclusie trekken dat de deskundigen-cyclus *onafhankelijk van de leeftijd* kan worden toegepast (voor zowel kleuters als 2e klassers), maar dat vooral het *onderwerp* bepalend is voor het succes dat de kinderen bereiken. Te eenvoudige opgaven stimuleren het "wilde uitproberen".

Het beste resultaat bereiken die situaties waarin één enkele moeilijke opgave in een kort bestek kan worden behandeld.

In een volgend artikel zullen we op enkele van dit soort onderwerpen terugkomen.



De Nederlandse Wiskunde Olympiade 1982

De eerste ronde van de 21^{ste} Nederlandse Wiskunde Olympiade zal worden gehouden op vrijdag 26 maart 1982 van 14.00 tot 17.00 uur op de scholen.

De wiskunde-secties van HAVO- en VWO-scholen krijgen het materiaal hiervoor zonder nadere aanvraag toegezonden.

Op 17 september 1982 volgt voor de + 100 besten de tweede ronde.